DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Vierzehnter Jahrgang | 23. April 1926 | Heft 17

Ergebnisse meiner Forschungsreisen in den Wüsten Ägyptens.

Von E. Stromer, München.

Mitte der achtziger Jahre hat der kürzlich verstorbene G. Schweinfurth, dessen unermüdlicher Forschertätigkeit in Nordostafrika die Wissenschaft so vielseitige Förderung verdankt, in der Wüste nördlich der Fajûm-Oase die ersten bemerkenswerten fossilen Wirbeltierreste Ägyptens entdeckt, marine Urwale (Archaeoceti) in fluviomarinen, obereocänen Schichten. Leider ist man aber damals weder von deutscher noch von anderer Seite den Funden weiter nachgegangen. Erst gegen Ende der neunziger Jahre fanden dann viel weiter nördlich, im Natrontale, zuerst Schweizer eine Anzahl von dürftigen Säugetier- und Reptilresten in ebenfalls fluviomarinen Schichten des Pliocäns, hierauf Prof. M. Blanckenhorn solche auch westsüdwestlich davon, bei Moghara, in gleichartigen untermiocänen Ablagerungen. Große Beachtung fand aber erst, daß die Engländer Andrews und Beadnell um die Jahrhundertwende in entsprechenden Schichten des Obereocäns und Unteroligocäns nördlich des Fajûm zufällig eine Fülle gut erhaltener Wirbeltierreste entdeckten, darunter Vorläufer der Elefanten.

Da ich mich schon seit Jahren mit der geologischen Geschichte Afrikas beschäftigt hatte und dabei zu der Überzeugung gelangt war, daß entgegen der herrschenden Ansicht dieses uralte und trotz zeitweiliger, zum Teil starker Meerestransgressionen stets stattliche Festland auch als Entstehungszentrum von Säugetieren eine Rolle gespielt haben müsse, regten mich schon die ersten, vorläufigen Mitteilungen über jene Funde an, selbst in Ägypten Forschungen anzustellen. Dank der Unterstützung durch die bayerische Akademie der Wissenschaften konnte ich in der Folge dreimal, 1901/2, 1903/4 und 1910/11, je ungefähr ein Vierteljahr in den Wüsten Ägyptens forschend und sammelnd tätig sein. Ich sah dabei meine wesentliche Aufgabe darin, Fundorte fossiler Wirbeltiere festzustellen und geologisch zu erforschen, sowie ihre sachgemäße Ausbeutung, besonders für die Münchner paläontologische Staatssammlung, zu sichern. Denn der ausgezeichnete, leider schon 1915 verstorbene Leiter der paläontologischen Sammlung in Stuttgart, Prof. E. Fraas, hatte in dem Deutschböhmen R. Markgraf in Kairo einen ideal gesinnten und sorgfältig arbeitenden Sammler von Fossilien in den Steinbrüchen des Mokattam vor den Toren Kairos gefunden und ich ihn für das Sammeln und Ausgraben von Wirbeltierresten in der Wüste ausgebildet.

Wüsten sind ja für geologische und paläontologische Forschungen ein besonders günstiges Gebiet, weil die anstehenden Gesteinsschichten nur örtlich von Verwitterungsschutt oder Flugsand verdeckt sind und ihr Fossilinhalt sehr häufig durch den Wind oberflächlich freigelegt ist. Durch derartige, unschwer zu findende. einzelne oder in Gruppen beisammen liegende Reste wird man aufmerksam gemacht, wo noch weitere, womöglich vollständige Skelettreste in den Schichten verborgen sind. Aber deren Ausgraben oder Herausmeißeln in der wasserlosen Wüste, mehr oder minder weit von allen Hilfsquellen, ist eine langwierige und harte Arbeit.

Der entbehrungsreichen, wenig lohnenden und überaus schweren Tätigkeit Markgrafs, der, infolge des Weltkrieges brotlos geworden, 1916 im Elende starb, sind die allermeisten und besten, seit 1900 in deutschen Sammlungen, aber auch ein erheblicher Teil der in das naturhistorische Museum in New York gelangten fossilen Wirbeltierreste Ägyptens zu danken, wenn dies auch leider der Curator letzterer Sammlung vergessen zu haben scheint. Markgrafs letzte, umfangreiche Ausbeute konnte erst 1922 nach München gelangen, weil im Sommer 1914 die vorher stets überaus zuvorkommenden Angloägypter ihrer Ausfuhr unerwartet Schwierigkeiten bereitet hatten und sie nach dem Weltkriege zum Danke für all das, was Deutsche, besonders für die geologische und paläontologische Erforschung Ägyptens, geleistet haben, konfiszieren wollten. Es konnte dies nur durch Eingreifen nordamerikanischer und englischer Gelehrter und der deutschen und schwedischen Regierung nach jahrelangen Bemühungen verhindert werden, und bloß infolge reicher Geldunterstützung durch meinen deutsch-schweizerischen Freund und Kollegen Dr. Peyer wurde die Übersendung möglich.

Die geologisch-stratigraphischen und paläontologischen Ergebnisse meiner Forschungen im Tertiär und Quartär des Nordens der Libyschen und Arabischen Wüste sind nun zwar nicht völlig, aber doch größtenteils an verschiedenen Stellen veröffentlicht. Wesentlich für weitere Forschung war, daß sich eine Reihe fluviomariner Ablagerungen feststellen ließ, die meistens, außer Resten wirbelloser Tiere, verkieselte Hölzer und vor allem Reste von Fischen, Reptilien sowie von Meer, Süßwasser und Land bewohnenden Säugetieren enthielten, Faunen, die bei höherem geologischen Alter den aus dem Norden, aus Asien und Europa, bekannten gleichzeitigen Faunen immer fremdartiger gegenüberstanden. Besonders wichtig war, daß, entsprechend der im allgemeinen ungestörten, fast wagrechten Lage der Schichten und ihrer Folge von Süden nach Norden, diese fluviomarinen Ablagerungen ziemlich gesetzmäßig verteilt erschienen.

Letzteres, einige geringfügige Hinweise in der geologischen Literatur und eine Mitteilung Prof. M. BLANCKENHORNS, des besten Kenners der Geologie Ägyptens, über von ihm in Oberägypten gemachte Beobachtungen, ließen mich darauf schließen, daß diese Schichtreihe sich nach rückwärts in die Kreideformation verfolgen lassen müsse, und daß in Oberägypten, südlich von Luxor, sowie in der Libyschen Wüste, weit südlich der Fajûm-Oase, im Kessel der Baharije-Oase, die entsprechenden Ablagerungen zu finden sein müßten. Diese Vermutung zu bewahrheiten, war der Zweck meiner letzten Reise von 1910/11; sie hat im wesentlichen, trotz erheblicher Schwierigkeiten, zu einem vollen Erfolge geführt.

Die hier kurz zu besprechenden Ergebnisse, welche in den am Schlusse aufgezählten und nach ihren Nummern im folgenden zitierten Veröffentlichungen verschiedener Gelehrter niedergelegt sind, stellen geologisch zwar einen gewissen Abschluß dar, paläontologisch aber erst einen Beginn, denn die Hauptmenge der gesammelten Fossilien ist noch unbearbeitet.

Was die in Nr. I, III und IV, 2 veröffentlichten geologischen und geographischen Ergebnisse anlangt, so wurden natürlich eine Reihe von Einzelbeobachtungen über örtliche geologische Verhältnisse, Schichtfolge und Wüstengeologie und -geographie in den von Forschern zum Teil nur sehr selten und flüchtig betretenen Gebieten gemacht. Hier ist aber als wichtig nur hervorzuheben, daß es mir gelungen ist, den mehrfach für eine Wüstenbildung angesehenen und als fast fossilleer geltenden oberkretazischen nubischen Sandstein Oberägyptens, speziell bei Edfu und Mahámîd als fluviomarin und nicht arm an Pflanzen- und besonders Wirbeltierresten nachzuweisen. Allerdings hatte ich nicht das Glück, vollständig erhaltene Knochen zu finden. Ferner habe ich als die ältesten fossilführenden Schichten Ägyptens (mit Ausschluß der Gebiete am Golfe von Sues) gleichfalls fluviomarine, aber mittelkretazische Ablagerungen (Baharije-Stufe) im Grunde des Nordens des Baharije-Kessels, reich an Pflanzen-, Fisch- und Reptilresten festgestellt.

Der Charakter dieser wesentlich sandigen und tonigen Schichten ist in Nr. I genau beschrieben; es handelt sich, wie bei den entsprechenden tertiären Ablagerungen, um die von Flüssen an ihrer Mündung in ein ganz seichtes Meer. Der Geologe Dr. LEBLING, der auf meine Veranlassung hin 1914 eine Forschungsreise nach Ägypten gemacht hat, gab in Nr. III noch wesentliche Ergänzungen zur Darstellung der geologischen Verhältnisse von Baharije und hat vor allem nachgewiesen, daß dort ebenso wie bei Abu Roasch, westlich von Kairo, keine echten Schichtfaltungen vorhanden sind, wie man bisher angenommen hatte, sondern nur örtliche, eigenartige domförmige Aufwölbungen, vielleicht im Zusammenhang mit Vulkanismus. Sein Nachweis der Geringfügigkeit tektonischer Erscheinungen in der Libyschen Wüste ist in bezug auf die Frage der Entstehung der merkwürdigen, abflußlosen Kessel dieses Wüstenplateaus von Bedeutung; denn sie haben nach meinen Befunden und Ansichten (Nr. I) nicht tektonischen oder gar fluviatilen Ursprung, sondern sind durch Wüstendenudation, wesentlich durch die mechanische und chemische Wüstenverwitterung und die Tätigkeit des Windes, entstanden.

In Nr. IV, 2 habe ich als Einleitung in die monographische Beschreibung der fossilen Floren Ägyptens das Vorkommen und geologische Alter derselben klarzustellen versucht. Es hat sich dabei ergeben, daß von den ältesten fossilführenden Schichten an bis zu den jüngsten eine ganze Anzahl pflanzenführender Horizonte feststellbar ist und daß darin hauptsächlich verkieselte Hölzer, allem Anscheine nach Treibhölzer, nämlich Stammstücke oder Stämme ohne Rinde und fast stets auch ohne Äste oder Wurzeln in wagrechter Lage in großer Zahl, meistens auch in stattlicher Größe und mehrfach in weiter Verbreitung vorkommen, so daß man mit Recht von versteinerten Wäldern spricht. Ich konnte schon nach dieser Art des Auftretens die bisher herrschende Annahme widerlegen, daß die Verkieselung postvulkanischen Vorgängen zuzuschreiben oder daß sie erst bei dem Herauswittern der fossilen Hölzer entstanden sei.

Die Bearbeitung der fossilen Floren selbst ist erst im Beginne der Einzelschreibung, vor allem, weil frühere Bearbeiter versagt haben[1]) und weil das gewaltige, in vielen deutschen Sammlungen zerstreute, meine eigenen Funde weit übertreffende Fossilmaterial aus Ägypten mitbearbeitet wird und immer neues auch aus ausländischen Sammlungen zuströmt.

Die bisherigen von den Botanikern Dr. HIRMER und vor allem Dr. KRÄUSEL gemachten Veröffentlichungen Nr. IV 3 d und IV, 3 a—c zeigen deshalb einstweilen nur, daß in der Baharije-Stufe Farnreste besonders häufig sind, darunter die geologisch jüngsten der Gattung Weichselia und große Stammstücke einer Osmundacee von höchst eigenartigem Verlaufe der Gefäßbündel, sowie daß in den kretazischen Schichten mehrere Abarten von Koniferenhölzern besonders häufig und verbreitet sind, während Palmen zwar auch schon auftreten, aber erst vom Mitteltertiär an eine große Rolle spielen. Arten oder auch nur Gattungen im botanischen Sinne lassen sich ja leider bisher nach solchen Holzresten allein nicht unterscheiden, man kann nur ein vorläufiges System in sie bringen. Um so wichtiger sind deshalb Funde auch von Früchten, wenigstens von Monocotyledonen (Pandanaceae und Palmae) und von Blattabdrücken von Dicotyledonen in mehreren Schichten.

[1]) Unter anderen hat eine Engländerin, die in München studiert hat und der ich 1914 die mittelkretazischen von mir nachgewiesenen Pflanzenreste, darunter die ältesten aus Afrika bekannten Blütenpflanzen, übergeben habe, sie weder bearbeitet noch trotz mehrfacher Aufforderung zurückgegeben.

Was die Wirbeltiere anlangt, so ist bisher, abgesehen von tertiären und quartären, nur ein Bruchteil der aus der mittelkretazischen Baharije-Stufe stammenden bearbeitet, von den zahlreichen Elasmobranchii (Haien und Rochen) nur ein Pristide (Sägehai), der älteste bisher bekannte, in Nr. II, 4 und II, 8. Ich konnte von ihm Wirbel, Sägezähne und -stücke und ein bezahntes Rostrum (Säge) beschreiben und im Vergleich mit großenteils von mir früher bearbeiteten geologisch jüngeren Sägezähnen und Sägen eine ungefähre Vorstellung davon gewinnen, wie sich das so eigenartige Organ, dessen Funktion immer noch nicht durch Beobachtung festgestellt und strittig ist, phylogenetisch entwickelt haben mag. Bei der ältesten bekannten Säge sind deren Zähne besonders merkwürdig durch Widerhaken; sie stehen aber noch normalen Hautzähnen in der Form und Struktur und im Besitze einer schmelzbedeckten Krone und eines Sockels nahe und sind wie diese nur im Bindegewebe und bloß teilweise auch auf Narben der Seitenränder des Rostrums befestigt und hier in Größe und Anordnung unregelmäßig. Bei der nächstjüngeren, leider nur durch Sägezähne bekannten Form aus der oberen Kreide erweist sich dann der Schmelz und die Krone zugunsten des erhöhten Sockels als in Rückbildung befindlich, und vom Eocän an treten Sägehaie auf, bei welchem die Sägezähne in Größe und Anordnung regelmäßig und nur noch bei einer auf das Eocän Ägyptens beschränkten Gattung auf Narben, sonst in Alveolen des Rostrums befestigt sind und in ihrem Bau nur den Sockeln der ursprünglichen Hautzähne entsprechen.

Von den sowohl in der mittleren als auch noch in der oberen Kreideformation Ägyptens von mir (Nr. I) entdeckten Zähnen und Kieferresten des Dipnoers (Lungenfisches) Ceratodus beschreibt der Zoologe Dr. PEYER in Nr. II, 6 die in außergewöhnlicher Zahl und Größe aus der Baharije-Stufe vorliegenden. Sie erlauben ihm, frühere Feststellungen über die Unterscheidung oberer und unterer Zähne und über ihr Wachstum und ihre Abnützung zu bestätigen und wesentlich zu ergänzen. Vor allem aber stellt er ihre außerordentlich starke Variabilität fest, rechnet sie jedoch trotz ihrer großen Unterschiede wegen des Vorhandenseins von Übergängen aller Art zu einer einzigen Spezies und trotz einiger Ähnlichkeit mit Zähnen der einzigen in Australien noch lebenden Epiceratodus-Art zu dem mesozoischen Ceratodus. Dieser kam demnach in Afrika noch in der Kreidezeit vor, während er in Europa, Asien und Nordamerika nach der Jurazeit nicht mehr gelebt zu haben scheint.

Von Ophidia (Schlangen) konnte ich nur eine, bisher bloß in ganz vereinzelten Wirbeln gefundene Gattung (Symoliophis) in zahlreichen, zum Teil zusammengehörigen Wirbeln und einigen Rippen nachweisen (Nr. 1). Der spezielle Kenner fossiler Reptilien, Dr. v. NOPCSA, unterzog sie in Nr. II 5 einer eingehenden Bearbeitung. Er kommt zu dem Schlusse, daß es sich um ein Tier handelt, das am Grunde seichter Meeresteile lebte, und das einen schlangenartigen Hals und plumpen Rumpf mit in der hinteren Region eigenartig verdickten Wirbeln und Rippen sowie einen nicht langen Schwanz hatte, der noch Rippen enthielt. Von derartigen Formen, von welchen er eine vollständiger erhaltene aus der unteren marinen Kreide Istriens beschrieben hatte, leitet er die echten Schlangen ab, deren typische Vertreter man erst vom Alttertiär an kennt.

Von Crocodilia sind erst zwei nur in je einem Schädel mit Unterkiefer und wenigen Wirbeln vertretene neue Gattungen von mir in Nr. II, 2 und II, 7 beschrieben. Sie sind beide höchst eigenartig und stellen in manchem extreme Gegensätze dar. Die eine kleine Form nämlich, Libycosuchus, zeichnet sich durch das Fehlen normaler Gaumenlücken und durch eine ungewöhnlich kurze und hohe, äußerlich säugetierähnliche Schnauze und säugetierähnliche Wirbel aus. Bei der anderen, Stomatosuchus, aber ist der Schädel durch die enorm lange und breite Schnauze über 2 m lang; ihre oberen Schläfenlöcher und die Zähne sind rudimentär, die Gelenkung des überaus schlanken Unterkiefers ist ganz eigenartig und auch die inneren Nasenöffnungen sind offenbar nicht krokodilartig, während die Wirbelkörper wie bei den modernen Crocodilia procöl sind. Für jede Gattung muß, da nähere Verwandte unbekannt sind, eine neue Familie aufgestellt werden.

Das gleiche gilt für einen Theropoden-Dinosaurier (Raubdinosaurier), Spinosaurus, von dem ich in Nr. II, 3 einen Skelettrest eines großen Individuums, bestehend aus Zähnen, dem zahntragenden Teil des Unterkiefers, Wirbeln, Rippen und Bauchrippen, beschrieben habe. Er zeichnet sich durch Größendifferenzierung seines Kegelzahngebisses, einen langen Unterkiefer und vor allem durch gewaltige, bis über 2 m hohe, brettartige Dornfortsätze seiner Rumpfwirbel aus, so daß das Tier einen ganz seltsamen Anblick geboten haben muß.

Auch das, was ich an dem noch unbeschriebenen Materiale von Haien und Rochen, Ganoid- und Knochenfischen, Schildkröten, Krokodilen Plesiosauriern und verschiedenen Dinosauriern aus der Baharije-Stufe vorläufig feststellen konnte und zum Teil in Nr. II, 1 ganz kurz erwähnt habe, läßt darauf schließen, daß eine große Anzahl für die Wissenschaft völlig neuer Wirbeltierformen entdeckt worden ist[1]). Das scheint weniger damit zusammenzuhängen, daß Afrika zur mittleren Kreidezeit ein stark isoliertes tiergeographisches Reich mit eigenartiger Fauna war, als mit dem Umstande, daß bisher aus dem jüngeren Meso-

[1]) Sichere Säugetierreste sind leider weder unter diesem noch unter dem aus dem nubischen Sandsteine Oberägyptens hier befindlichen Material; immerhin ist ein Fortschritt insofern erzielt, daß man jetzt weiß, wo und in welchen Schichten man mit einiger Aussicht auf Erfolg nach solchen suchen muß.

zoicum zwar aus der untersten und obersten Kreideformation Land- und Süßwasserablagerungen mit reichlichen Wirbeltierresten mehrfach bekannt sind, aber aus der mittleren Kreideformation nur sehr wenige mit äußerst dürftigen Resten. Die Bedeutung der Entdeckung dieser Fauna liegt also darin, daß sie eine große, ganz allgemeine, nicht nur für das „dunkle Afrika" bestehende Lücke unserer Kenntnisse über die fossilen Land und Süßwasser bewohnenden Wirbeltiere einigermaßen ausfüllt. Deshalb, wegen ihrer Eigenart und Mannigfaltigkeit, erscheint sie von nicht geringerer Wichtigkeit als die der Tendaguru-Faunen von Deutsch-Ostafrika und der leider nur in vorläufigen Mitteilungen bekanntgewordenen aus der Mongolei, wenn auch die Reste weniger gut und vollständig erhalten sind.

Ergebnisse der Forschungsreisen Prof. E. Stromers in den Wüsten Ägyptens.

Bayerische Akad. d. Wiss. Mathem.-physikal. Kl.

I. E. STROMER, Die Topographie und Geologie der Strecke Gharaq-Baharije nebst Ausführungen über die geologische Geschichte Ägyptens (Bd. 26, Abhandl. 11. München 1914).

III. CL. LEBLING, Forschungen in der Baharije-Oase und in anderen Gegenden Ägyptens (Bd. 29, Abhandl. 1, München 1919).

IV. Die fossilen Floren Ägyptens. R. KRÄUSEL und E. STROMER: 1. Einleitung, 2. Die Pflanzen führenden Schichten Ägyptens, 3. Die fossilen Pflanzen Ägyptens, a) Fungi et Algae, b) Gymnospermae, Coniferae, c) Angiospermae, Monocotyledoneae (Bd. 30, Abhandl. 2, München 1924).

IV, 3. Die fossilen Pflanzen Ägyptens, d) M. HIRMER, Filicales (Bd. 30, Abhandl. 3, München 1925).

II. Wirbeltierreste der Baharije-Stufe (unterstes Cenoman), 1. E. STROMER, Einleitung, und 2. Libycosuchus (Bd. 27, Abhandl. 3, München 1914).

II, 3. E. STROMER, Das Original des Theropoden Spinosaurus aegyptiacus nov. gen., nov. spec. (Bd. 28, Abhandl. 3, München 1915).

II, 4. E. STROMER, Die Säge des Pristiden Onchopristis numidus Haug sp. und über die Sägen der Sägehaie (Bd. 28, Abhandl. 8, München 1917).

II, 5. Fr. v. NOPCSA, Die Symoliophis-Reste (Bd. 30, Abhandl. 4, München 1925).

II, 6. B. PEYER, Die Ceratodus-Funde (Bd. 30, Abhandl. 5, München 1925).

II, 7. E. STROMER, Stomatosuchus inermis Stromer, ein schwach bezahnter Krokodilier und 8. Ein Skelettrest des Pristiden Onchopristis numidus Haug sp. (Bd. 30, Abhandl. 6, München 1925).

Probleme und Methoden der Vakuumspektroskopie.

Von H. SPONER, Göttingen.

Einleitung.

In allen Naturwissenschaften versucht man heute die Elementarvorgänge herauszusuchen und zu verstehen. In der Physik haben wir gelernt, daß das Auftreten von Spektrallinien Zeugnis ablegt von Vorgängen, die sich in einem einzelnen Atom oder Molekül abspielen. Daher ist uns die Spektroskopie mit ihren vielen Anwendungsmöglichkeiten heute das wichtigste Hilfsmittel zur Erforschung der Vorgänge im kleinsten Materieteilchen. Der Wellenlängenbereich, den die Spektrallinien umfassen, ist ein großer. Nur der kleinste Teil dieses Gebietes wird von unserm Auge als Licht wahrgenommen, in dem ganzen übrigen Teil sind wir auf optische, thermische und elektrische Methoden angewiesen, die uns von unserm Auge unabhängig machen. Die folgende Figur gibt einen Überblick über die verschiedenen Bereiche.

Das gesamte dargestellte Spektrum umfaßt alle Eigenfrequenzen der verschiedenen Konfigurationen der Materieteilchen. Es zerfällt in vier Hauptteile: Die Gebiete der HERTZschen Wellen, der ultraroten Wellen, der gewöhnlichen Lichtwellen und der Röntgenwellen. Die Einteilung kann man nach zwei verschiedenen Prinzipien vornehmen: einmal nach den in den verschiedenen Wellenlängenbereichen benutzten Methoden und dann nach der in den einzelnen Bereichen verschiedenen Entstehungsart der Spektrallinien. Erfreulicherweise decken sich die beiden Einteilungsarten nahezu. Auf die Stellen, an denen Überschneidungen zweier Gebiete vorkommen, wird besonders hingewiesen werden. Die HERTZschen Wellen, deren kürzeste von GLAGOLEWA-ARRKADIEWA (1) bis jetzt zu 0,1 mm gemessen wurden, entstehen durch Schwingungen makroskopischer Oszillatoren.

Der ultrarote Teil des Spektrums entsteht durch Schwingungen von Atomen und Atomgruppen. Hierher gehören die Eigenfrequenzen der Krystalle, entstanden durch die Schwingungen der einzelnen Atome der das Gitter zusammensetzenden Ionen oder des Gitterverbandes, hierher gehören Schwingungen bzw. Rotationen der Moleküle mehratomiger Gase und Flüssigkeiten. Aus der Figur geht hervor, daß sich die beiden Bereiche, HERTZsche und ultrarote Wellen, überschneiden. 0,1 mm betrugen die kürzesten elektromagnetischen Wellen, die bis jetzt gemessen worden sind, und bis $400\,\mu = 0{,}4$ mm

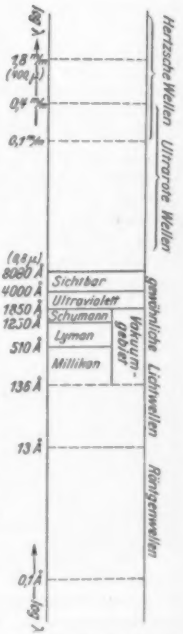


Fig. 1. Größe der einzelnen Wellenlängenbereiche.

konnte RUBENS den Wellenlängenbereich der Quarzquecksilberlampe auf der langwelligen Seite verfolgen. Wir haben hier das erste Mal den Fall, daß gleiche Frequenzen auf verschiedene Weise entstehen können. Die Schwingungen des Gitterverbandes in einem Krystall — Anionengitter gegen das Kationengitter — liegen im Gebiete von 30—150 μ (0,03—0,15 mm), die Schwingungen des einzelnen Ions in der Gegend von 2—40 μ, die Rotationsbanden der Moleküle bei etwa 100 μ, die Rotationsschwingungsspektren bei einigen μ. Die Abgrenzung der kurzwelligen Seite wollen wir so festlegen, daß solche Spektrallinien, die zwar in den Wellenlängenbereich der ultraroten Wellen fallen, aber durch Elektronenübergänge zwischen angeregten Zuständen eines Atoms entstehen, nicht mit zu dem Gebiet der ultraroten Wellen gerechnet werden. Auf diese Weise kann wiederum eine Überschneidung der Wellenlängenbereiche der beiden Gebiete, ultrarote und gewöhnliche Lichtwellen, nicht vermieden werden. Ebenso überschneiden sich die Methoden der beiden Bereiche. Im Ultrarot werden längere Wellen mit der Reststrahlmethode und Quarzlinsenmethode untersucht, kürzere mit Gittern und Prismen; die Intensität wird mit thermischen Methoden festgestellt.

Wir kommen nun zu dem Bereich der gewöhnlichen Lichtwellen. Ich habe es in vier große Teile eingeteilt: das ultrarote, das sichtbare Gebiet, das ultraviolette und das Vakuumgebiet. In allen Teilen entstehen die Spektrallinien oder -banden durch Übergänge der Elektronen zwischen verschiedenen Zuständen eines Atoms oder Moleküls. Die Zustände können die Normalzustände oder angeregte Zustände sein, d. h. das Leuchtelektron befindet sich in der Ruhe- oder einer weiter außen gelegenen Bahn. Im Falle der Moleküle können die Elektronenübergänge mit Schwingungen der Kerne des Moleküls oder Rotationen des ganzen Moleküls verknüpft sein. Der ultrarote Teil der gewöhnlichen Lichtwellen ist in der Figur nicht besonders eingezeichnet. Hier tritt wieder eine Überschneidung zweier Gebiete ein, verschiedene Entstehungsarten geben Anlaß zu Spektrallinien gleicher Wellenlänge. Im sichtbaren Gebiet, dem einzigen, das von unserm Auge als Licht wahrgenommen wird, liegen z. B. viele Linien des so linienreichen Fe-Spektrums und der andern Spektren der Fe-Gruppe, sowie Linien aller Elemente, die Übergängen zwischen höher angeregten Zuständen entsprechen. Die ersten Glieder der Hauptserie der Alkalien fallen auch z. B. ins sichtbare Gebiet, wenn auch im allgemeinen Übergänge zwischen angeregten und Normalzuständen zu Linien von ultravioletter Frequenz Anlaß geben. Überhaupt ist das sichtbare Gebiet klein, es umfaßt nur eine Oktave, während die ultraroten Wellen z. B. etwa 12 Oktaven umfassen. Spektroskopisch wird mit Glasoptik gearbeitet, der Nachweis der Linien und die Intensitätsbestimmung erfolgt photographisch. Von λ 3600 Å an läßt gewöhnliches Glas keine Strahlen mehr durch. Man benutzt bis 3000 Å Uviolglas, von da ab ist man genötigt, mit Quarzoptik weiterzuarbeiten. Damit wird der Wellenlängenbereich bis 1850 Å erweitert. Um mit der photographischen Methode für den Liniennachweis auszukommen, werden besonders sensibilisierte Platten benutzt. Im ultravioletten Bereich liegen z. B. die höheren Glieder der Hauptserien der Alkalien, die Nebenserien der Erdalkalien, viele heute gut bekannte Banden, wie N_2, CN, CO-Banden usw. Von 1850 Å an nach kürzeren Wellen beginnt das Experimentieren mühsam zu werden. Von da ab fängt nämlich der Sauerstoff (2) der Luft an zu absorbieren, so daß ein Arbeiten mit den gewöhnlichen Methoden unmöglich wird. Es ist nötig, die Lichtquelle und den gesamten Lichtweg ins Vakuum zu setzen. Da über dieses Gebiet nachher noch ausführlich gesprochen werden soll, soll nur noch auf die Bedeutung der drei Unterabteilungen in der Figur hingewiesen werden. Das allgemein mit SCHUMANN-Gebiet bezeichnete Intervall reicht bis λ 1250 Å, d. h. so weit drang SCHUMANN mit seinen Untersuchungen vor, LYMAN erweiterte es bis 510 Å und die kürzesten Wellenlängen, die heute mit vakuumspektroskopischen Methoden erreicht sind, haben MILLIKAN und BOWEN (3) mit 136 Å erhalten.

Wir kommen nun zum vierten Hauptteil unserer Figur, dem Gebiete der Röntgenwellen. Während die Spektrallinien in dem mit gewöhnlichen Lichtwellen bezeichneten Teil dadurch zustande kommen, daß Elektronen zwischen außen gelegenen unbesetzten Bahnen übergehen, entstehen die Röntgenlinien dadurch, daß Elektronen aus inneren voll besetzten Schalen des Atoms an die Atomperipherie gehoben werden und die entstandene Lücke durch Elektronen aus den nach außen folgenden inneren Schalen ausgefüllt wird. Der bis heute erreichte Wellenlängenbereich der Röntgenstrahlen reicht etwa von 13 Å bis 0,1 Å. Da die Luft für Röntgenwellenlängen wieder durchlässig ist, fällt das umständliche Arbeiten im Vakuum fort. Die Methoden der Röntgenspektroskopie, auf die hier nicht eingegangen werden soll, beruhen auf der LAUEschen Entdeckung, daß die regelmäßigen Raumgitter der Krystalle Interferenzerscheinungen für Röntgenstrahlen zeigen. Der heute spektroskopisch noch nicht überbrückte Teil von 136 Å bis 13 Å ist zum Teil für orientierende Messungen mit der Elektronenstoßmethode (4) zugänglich. Dem Arbeiten mit Röntgenstrahlen längerer Wellenlänge ist darum eine Grenze gesetzt, weil bis jetzt noch keine Krystalle bekannt sind, deren Gitterkonstante für den Wellenlängenbereich oberhalb 13 Å geeignet ist. Andererseits ist die Herstellung von künstlichen Gittern, die für so kurze Wellenlängen wie 100 Å und darunter deutliche Spektren liefern, sehr schwierig. Darauf wird später noch eingegangen werden[1]).

[1]) L. MEITNER und ELLIS ist es gelungen, das erforschte Wellenlängengebiet bis 0,02 Å zu erweitern,

Nachdem wir uns so kurz eine Übersicht über die verschiedenen Wellenlängenbereiche verschafft haben, kehren wir zum Gegenstand unserer Betrachtung, der Vakuumspektroskopie, zurück.

Fragestellungen der Vakuumspektroskopie. Der Grund, aus dem man sich heute mehr und mehr diesem experimentell schwer zugänglichen Gebiete zuwendet, ist der, daß für viele Fragen über den Atom- und Molekülbau, über die Durchlässigkeit fester Körper, über die Lichtelektrizität, die Photochemie in diesem Wellenlängenbereich eine Lösung erhofft werden kann.

Der erste grundlegende Vorstoß in das Gebiet der Wellenlängen unterhalb 2000 Å ist von SCHUMANN in Leipzig unternommen worden. In einer Reihe schöner Arbeiten (5) erweiterte er systematisch den zugänglichen Wellenlängenbereich bis 1250 Å. Ihm verdanken wir die erste Kenntnis zahlreicher Emissions- und Absorptionsspektren von Atomen und Molekülen in diesem Gebiet. Das begonnene Werk erfolgreich fortgesetzt zu haben, ist dann das Verdienst LYMANS. Heute wird vakuumspektroskopisch fast ausschließlich in Amerika gearbeitet, ich nenne vor allem die Namen LYMAN, MILLIKAN, BOWEN, MCLENNAN, HOPFIELD. Daß in Deutschland SCHUMANN keinen Nachfolger hat, hat seinen Grund zum großen Teil darin, daß wir jetzt gezwungen sind, Arbeiten, die größere technische Hilfsmittel und Kosten erfordern, zu vermeiden. Für unsere Kenntnis des Atom- und Molekülbaues kommen Untersuchungen von Emissions- und Absorptionsspektren in Frage. In dem nur mit vakuumspektroskopischen Methoden erreichbaren Wellenlängenbereich liegen z. B. die Absorptionsserien der Edelgase. Heute sind die Anregungs- und Ionisierungsspannungen aller Edelgase nach den Untersuchungen besonders von J. FRANCK (6) und G. HERTZ (7) und ihren Mitarbeitern, die mit der Elektronenstoßmethode arbeiteten, bekannt. Obgleich ihre Resultate zu sehr wichtigen Schlußfolgerungen führten — z. B. im Falle des He zur Entdeckung des metastabilen He —, so vermögen ihre Zahlenwerte doch keinen vollen Ersatz spektroskopischer Ergebnisse zu liefern, da ihre Genauigkeit naturgemäß geringer als die spektroskopische ist. Zur exakten Festlegung der Grundzustände sind also optische Beobachtungen unerläßlich. Der experimentellen Geschicklichkeit LYMANS (8) ist es zuerst beim He gelungen, die Grundzustände spektroskopisch zu erreichen und die Resonanzlinien im Vakuumultraviolett zu photographieren. Über seine Methode wird später noch berichtet werden. Kürzlich hat er seine Untersuchungen auf Ne und A ausgedehnt (9). Gleichzeitig hat G. HERTZ (10) die Resonanzlinien des Ne photographiert. Aus diesen Untersuchungen hat sich im Zusammenhang mit andern spektroskopischen Erfahrungen beim Ne [PASCHEN, MEISSNER, DORGELO, GOUDSMIT, JORDAN (11)] als Grundterm ein p-Term mit der inneren Quantenzahl $j = {}^1/_2$ ergeben und als nächsthöhere Terme vier s-Terme, von denen zwei metastabil sind. Die nach den nichtmetastabilen Termen führenden ultravioletten Linien 735 und 743 Å sind die Resonanzlinien des unerregten Ne. Zwei entsprechende Linien hat LYMAN im A angegeben und er nimmt an, daß das Spektrum des A in ähnlicher Weise aufgebaut ist wie das von PASCHEN analysierte Ne. Er hat auch Linien gefunden, die dem von HERTZ im A bei 14,0 Volt angegebenen Anregungspotential entsprechen, so daß es nun etwas weniger hoffnungslos aussieht, in den Linienreichtum des Argonspektrums Ordnung zu bringen. Für Kr und Xe liegen entsprechende vakuumspektroskopische Messungen noch nicht vor.

Gerade wie bei den Atomlinienspektren das Studium der auf den Normalzuständen sich aufbauenden Spektren zur Festlegung der Grundzustände und der Absorptionsserien geführt hat, können Absorptionsbandenmessungen zu ähnlichen Ergebnissen für die Moleküle führen. In welchem Spektralbereich liegen nun im allgemeinen die Absorptionsbanden von Molekülen? Da ist zunächst festzustellen, daß weitaus die meisten Banden, die wir bis jetzt kennen, ins Sichtbare und Ultraviolett fallen und daß sie in der Regel durch Quantensprünge zwischen angeregten Molekülzuständen entstehen. Wenige von ihnen gehen vom Normalzustand aus, wie z. B. die negativen Stickstoffbanden, die auf dem Grundzustand des Molekülions sich aufbauen. Bei den violetten Cyanbanden wird z. B. vermutet, daß sie als Anfangszustand den Normalzustand haben (12). Ein wahrscheinlich großer Teil der vom Grundzustand ausgehenden Banden liegt im Vakuumultraviolett. Hierher gehören z. B. die Absorptionsbanden des Stickstoffes und des Sauerstoffes. Obgleich es sehr wichtig ist, erst einmal diejenigen Banden zu analysieren, die vom Normalzustand ausgehen entsprechend den Resonanzlinien beim Atom, und daran die Banden zwischen höher liegenden Termen anzuschließen, sind exakte Absorptionsbandenmessungen im Vakuumultraviolett noch sehr wenig ausgeführt worden. Zwar hat schon SCHUMANN und später LYMAN und andere(13) Absorption verschiedener Gase in diesem Bereich untersucht, doch fehlte ihnen eine in diesem Gebiet wirklich kontinuierliche Lichtquelle, die im ganzen Bereich einen kontinuierlichen Hintergrund lieferte, von dem sich die Absorptionslinien abheben konnten. Vor kurzem haben nun HOPFIELD und LEIFSON (14) Absorptionsbanden des Sauerstoffs im Gebiete von 1240—1850 Å gemessen, wobei sie das kontinuierliche Wasserstoffspektrum als Lichtquelle benutzten. Es ist nämlich im Institut von E. P. LEWIS gelungen, mit genügender Intensität dieses Spektrum bis 1200 Å darzustellen, so daß es als kontinuierliche Lichtquelle im Va-

indem sie aus der Geschwindigkeitsverteilung der β-Strahlen mit Hilfe der Quantentheorie Schlüsse auf die primäre γ-Strahlung zogen. In die Figur sind die Werte deshalb nicht aufgenommen, weil ihr Nachweis nicht nach spektroskopischen Methoden erfolgt ist.

kuumultraviolett verwandt werden konnte. Bei der Wichtigkeit, die diese Frage für die Vakuumspektroskopie hat, soll noch einen Augenblick auf die Möglichkeit der Herstellung anderer solcher Lichtquellen hingewiesen werden. FOOTE, MEGGERS und CHENAULT (15) geben in einer kleinen Notiz an, daß sie durch Bombardement von Metallfolien aus Kupfer, Platin, Kohle und Eisen mit 1000 Volt-Elektronen ein Elektronenbremsspektrum erhalten, das sie durch das Sichtbare und Ultraviolett hindurch verfolgen können. Es ist durchaus möglich, daß dieses Spektrum im Vakuumultraviolett genügende Intensität hat, so daß man es als Lichtquelle verwenden könnte. LILIENFELD (16) beschrieb die blaugraue Strahlung des Brennfleckes einer Röntgenröhre auch als den sichtbaren Teil des Elektronenbremsspektrums. Noch eine andere Möglichkeit der Herstellung einer kontinuierlichen Lichtquelle fürs Vakuumultraviolett scheint zu bestehen. J. A. ANDERSON (17) hat zuerst angegeben, daß bei der Explosion z. B. eines feinen Eisendrahtes infolge der Entladung einer hohen Kapazität durch den Draht die Eisenlinien in Absorption auf kontinuierlichem Grund erscheinen. Dieser entsteht durch das Leuchten der glühenden Metallteilchen, reicht bis zur in diesen Experimenten beobachtbaren Grenze von 1850 Å und ist bei Explosionen in Luft ziemlich intensiv und schwach bei solchen im Vakuum. Das rührt davon her, daß die Explosion im evakuierten Raum ein rasches Auseinanderstreben der einzelnen Teilchen zur Folge hat, während ein hoher Druck die Entladung zusammenhält. Man müßte daher die Explosion in einem Gefäß mit dem Druck von ein oder zwei Atmosphären He, Ne, A oder H_2 erfolgen lassen, um auch im Vakuumultraviolett ein kontinuierliches Spektrum zu erhalten. Da die Temperatur während der Explosion auf die Größenordnung von 10000° Abs. geschätzt wird, so wäre eine größere Zahl von Explosionen vielleicht imstande, ein ausreichend intensives kontinuierliches Spektrum im Vakuumgebiet zu ergeben. Kürzlich hat LYMAN (18) angegeben, daß er bei Entladung einer Kapazität von etwa $^1/_4$ MF durch ein GEISSLER-Rohr mit He ein kontinuierliches Spektrum erhalten hat, das sich von 1900—900 Å erstreckte.

Aus dem Gesagten wird verständlich, daß die Untersuchungen der Emissionsspektren im Vakuumultraviolett weitaus zahlreicher sind. Bogen- und Funkenspektren vieler Elemente sind mehr oder minder vollständig von vielen Forschern untersucht worden (z. B. von MCLENNAN und Mitarbeitern, L. und E. BLOCH, FOWLER usw.). Besonders weitgehende Ergebnisse haben R. A. MILLIKAN und J. S. BOWEN (19) erzielt. In einer Reihe systematischer Untersuchungen haben sie sich die Aufgabe gestellt, die wichtigsten Serienzusammenhänge aufzufinden für Atome, die außer der Edelgasschale noch ein Elektron oder mehr haben, d. h. sie vergleichen z. B. Atome mit einer *K*-Schale und nur einem Elektron in der *L*-Schale wie Li^I, Be^{II}, B^{III}, C^{IV}, N^V oder solche mit einer *K*-Schale und mit 2, 3 und 4 Elektronen, oder sie betrachten Atome mit schon fertig ausgebildeten *K*- und *L*-Schalen und 1, 2 und mehr Elektronen in der *M*-Schale (stripped atoms). Sie bestätigen für Dubletts mit *p*-, *d*- und *f*-Term Aufspaltungen die relativistische Formel für Röntgendubletts $\Delta\nu = k(z-s)^4$, wo k und s Konstanten und z die Kernladungszahl bedeutet. Später schließen sie umgekehrt aus ihren gefundenen Dubletts mit Hilfe dieser Formel auf den Träger der Spektrallinien. Im Falle von Tripletts finden sie für die Frequenzdifferenzen der weitesten Paare eine entsprechende Formel mit etwas größeren *s*-Werten anwendbar. Dubletts mit $p-d$- und $p-s$-Termen finden sie nach der Systematik der Röntgenspektren dem irregulären Röntgendublett entsprechend. Es gelang ihnen, z. B. *pp'*-Gruppen nachzuweisen in den Spektren folgender Elemente mit 2 Valenzelektronen:

Mg^I, Al^{II}, Si^{III}, P^{IV}, S^V, Cl^{VI}
Be^I, B^{II}, C^{III}, N^{II}, O^V.

Entsprechende *pp'*-Gruppen fanden sie auch bei folgenden Atomen mit 3 Valenzelektronen:

Al^I, Si^{II}, P^{III}, S^{IV}, Cl^V
C^{II}, N^{III}, O^{IV}.

Hier ist nicht der Ort, auf die vielfachen Ergebnisse dieser Arbeiten einzugehen, es soll nur hervorgehoben werden, daß unsere Kenntnis der Atomspektren durch diese Untersuchungen eine wesentliche Förderung erfahren hat. Über die verwandte Methode wird in einem späteren Teil noch einiges gesagt werden.

Über Emissions- und Absorptionsspektren von Flüssigkeiten und festen Körpern ist in dem Wellenlängenbereich unterhalb 2000 Å noch außerordentlich wenig bekannt. Da sind selbst im sichtbaren und ultravioletten Gebiet die Dinge noch wenig geklärt infolge zu geringen Beobachtungsmaterials bzw. wegen der großen Kompliziertheit der Erscheinungen. Ebenso ist über die Durchlässigkeit fester Körper wenig bekannt, was sich theoretisch verwerten läßt.

Auch auf dem Gebiet der Lichtelektrizität gibt es Fragen, welche in dem nur mit vakuumspektroskopischen Methoden zugänglichen Wellenlängenbereich entschieden werden könnten. Zwei Fragen stehen vor allem im Vordergrund des Interesses. Die eine ist die Frage nach der Zahl der pro Einheit der absorbierten Energie lichtelektrisch ausgelösten Elektronen, und damit verknüpft ist die zweite Frage nach der Richtung der emittierten Elektronen. Wir wissen heute, daß im sichtbaren Gebiet beim lichtelektrischen Oberflächeneffekt das Verhältnis der Zahl der ausgelösten Elektronen zur Zahl der absorbierten Lichtquanten weit unter 1 (Größenordnung bis etwa $^1/_{1000}$) liegt und daß es mit kürzer werdenden Wellenlängen dauernd ansteigt. Andererseits haben GUDDEN und POHL (20) beim lichtelek-

trischen Effekt im Innern von Krystallen dieses Verhältnis gleich 1 gefunden. Messungen im Vakuumultraviolett würden entsprechende Untersuchungen für Gase ermöglichen, bei denen keine Störungen durch Sekundäreffekte zu erwarten sind. Die Frage nach der Abhängigkeit der Emissionsrichtung des Elektrons von der Richtung des Lichtvektors beim lichtelektrischen Effekt läßt sich wohl ebenfalls nur durch Verwendung von extrem ultravioletttem Licht lösen, da zur Durchführung der Messungen die Größe der Lichtquanten die Abtrennungsarbeit der Elektronen wesentlich übersteigen muß. Bei Anwendung von Röntgenstrahlen, wo diese Bedingung erfüllt ist, hat sich ergeben, daß die Emissionsrichtung mit der Richtung des elektrischen Vektors zusammenfällt.

Zum Schluß dieses Abschnittes sei noch kurz erwähnt, daß auch in der Photochemie Probleme vorliegen, deren Lösung vielleicht Untersuchungen im äußersten Ultraviolett bringen können. Wir brauchen nur an Gasreaktionen von solchen Gasen zu denken, die bis in dieses Gebiet durchlässig sind, wie vor allem die Stickstoffreaktionen.

Diese Beispiele mögen genügen und haben hoffentlich einen kleinen Begriff von der Wichtigkeit des Experimentierens im Vakuumultraviolett gegeben. Es soll nun einiges über die in diesem Gebiet benutzten Methoden gesagt werden.

Methodisches.

Das Experimentieren im Vakuumgebiet ist viel mühsamer als das in den übrigen Spektralbereichen, da wie schon erwähnt der gesamte Lichtweg im Vakuum bzw. in dem zu untersuchenden Gas verlaufen muß. An die Spektrographen, es handelt sich um Flußspat- und Gitterspektrographen, werden also erhebliche Anforderungen gestellt. Sie dürfen nicht zu groß sein, um rasch ausgepumpt werden zu können, sie müssen luftdicht sein, ihre Justierungsvorrichtungen müssen möglichst so eingerichtet sein, daß nicht wegen jeder kleinen Änderung der Spektrograph geöffnet zu werden braucht, die Platte muß möglichst bequem auswechselbar sein, die Lichtquelle nahe an den Spalt herangebracht werden können. In den verschiedenen Konstruktionen ist diesen Forderungen auf mannigfache Weise entsprochen worden. Zuerst wollen wir auf den Flußspatspektrographen eingehen. Man verwendet ihn zweckmäßig dort, wo man große Lichtstärke braucht und mit Wellenlängen nicht unter 1250 Å arbeitet. Dabei möge erwähnt werden, daß ABBE (21) angibt, daß aller wirklich bis 1250 Å durchlässige Flußspat aus nur einem Fundorte stammt, nämlich vom Brienzer See. Es handelte sich um eine reiche Ausbeute mit Stücken von mehr als 100 Zentner Größe aus dem Jahre 1832, von der wir heute leider die wenigsten Stücke als Flußspat noch besitzen — die Hauptmenge des kostbaren Materials wurde nämlich an Chemiker zur Herstellung von Flußsäure verkauft! Nachdem durch Bemühungen von verschiedenen Seiten der alte Fundort wieder entdeckt worden war, ließ die Firma Zeiss Nachsuchungen anstellen mit dem Resultat, daß wirklich damals sehr gründlich zu Werke gegangen worden ist, denn es fanden sich nur noch wenige kleine brauchbare Stücke. LYMAN (22) erwähnt in seinem Buche einen hellgrünen Flußspat aus Westmoreland (New Hampshire, U. S. A.), der fast so durchlässig wie dieser klare Flußspat sei. Die Verwendung eines Flußspatspektrographen bestimmte auch die Grenzwellenlänge, bis zu der SCHUMANN bei seinen Untersuchungen vorgedrungen ist. Sein Spektrograph war technisch so gut konstruiert, daß er jede Justierung vornehmen konnte, ohne wieder Luft in den Apparat lassen zu müssen. Im folgenden ist als Beispiel einer neueren Konstruktion ein von

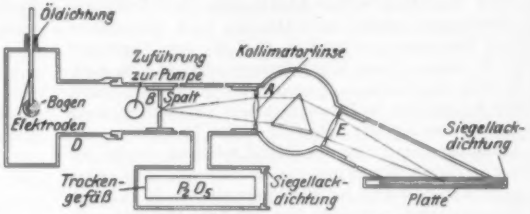


Fig. 2. Flußspatspektrograph von MCLENNAN. (Aus Proc. Roy. Soc. 95, 316. 1919.)

MCLENNAN (23) angegebener Flußspatspektrograph beschrieben.

Die Metallhülle des Apparates bestand aus Messing, die an dem einen Ende vom Plattenhalter abgeschlossen wurde. Dieser hat die Form eines flachen Kästchens, in welches seitlich die Platte hineingeschoben werden konnte, worauf das Kästchen mit einem Messingdeckel geschlossen werden konnte. *A* und *B* sind in das Metallrohr genau passende Rohre, von denen *A* eine Scheibe mit einer Flußspatlinse und *B* den Spalt trägt. Die Scheibe hat selbstverständlich Durchbohrungen zum Auspumpen. Der Anschluß der Lichtquelle an den Spektrographen ist aus der Figur zu ersehen. In einer späteren Arbeit hat MCLENNAN (24)

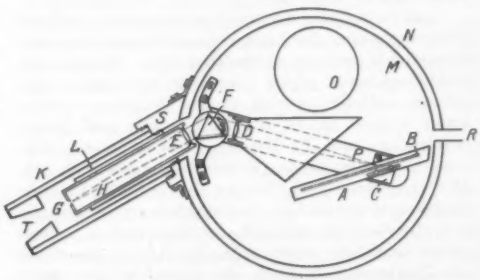


Fig. 3. Flußspatspektrograph von MCLENNAN. (Aus Proc. Roy. Soc. London, 98, 109. 1920.)

ein etwas anderes Modell angegeben, da die Justierung des eben besprochenen Spektrographen jedesmal lange Zeit in Anspruch nahm.

Bei dieser Konstruktion sitzen Prisma, zweite Linse und Plattenhalter im gleichen Raum, einem Zylinder aus Gußbronze von 7,5 cm Höhe, 30 cm innerem Durchmesser und 1 cm Wandstärke. Der Deckel muß abgenommen werden für jede Justierung und beim Wechseln der Platte. In dem Kollimatorrohr *K*, das vermittels des Gußbronzestückes *S* an das große Gefäß angeschlossen ist, ist ein zweites konzentrisches Rohr *H* angebracht, das den Spalt *G* und die Kollimatorlinse *E* trägt. Zum Auspumpen ist das Rohr mit Öffnungen versehen. An den Schliff *T* kann die in der folgenden Figur abgebildete Vakuumlampe zur Erzeugung von Funkenspektren angeschlossen werden. Der Arm *P*, an dem die Linse *D* und der Plattenhalter *AB* befestigt sind, kann um eine Achse, die durch den Mittelpunkt des Prismas geht, gedreht werden. Nach erfolgter Justierung konnte der Arm durch eine Stellschraube festgestellt werden. Die Träger für die Linse *D* und den Plattenhalter *AB* hatten außerdem als zweite Veränderungsmöglichkeit eine Verschiebung längs *P*. Außerdem konnte die Platte in ihrer eigenen Ebene verschoben werden. Das Schälchen *O* enthielt P_2O_5 und wurde mit Glaswolle bedeckt. Die benutzte Vakuumfunkenanordnung ist in Fig. 4 dargestellt.

Es ist ein Glaskolben von 10 cm Durchmesser

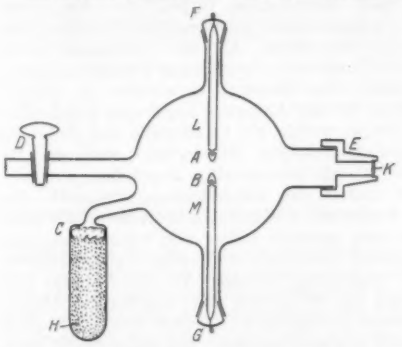


Fig. 4. Vakuumfunkenanordnung (McLENNAN).

mit Al-Zuleitungen *L* und *M*. *A* und *B* sind Metallstücke der entsprechenden Elemente, deren Funkenspektra untersucht wurden. *K* ist ein Flußspatfenster. Der Apparat wurde während der Versuche mit He von Atmosphärendruck gefüllt.

Die Konstruktion und Justierung von Gitterspektrographen ist einfacher. Spalt, photographische Platte und Gitter liegen auf einem Kreise, dessen Durchmesser der Krümmungsradius des Gitters ist. Die Justierungsmöglichkeiten sind in der Regel so eingerichtet, daß das Gitter um eine horizontale und eine vertikale Achse gedreht und entlang der Spektrometerachse verschoben werden kann. Ebenso liegen Spalt und Plattenhalter nicht vollständig fest. Größere Verschiedenheit herrscht in der Anbringung der Lichtquelle, die sich je nach den betreffenden Zwecken richtet. MILLIKAN (25), der Funkenspektra im Hochvakuum untersuchte, brachte seine Lichtquelle in dem Spektrographen selbst dem Spalt gegenüber an. Die McLENNAN-sche Vakuumfunkenanordnung ist schon in Fig. 4 angegeben. Er benutzte sie nicht nur für den Flußspat,- sondern auch für den Vakuumgitterspektrographen (26), doch ohne Flußspatfenster, wobei die verhältnismäßig große Entfernung der Lichtquelle vom Spalt im letzten Falle mehr stören muß als im ersten. Ein kürzlich von LYMAN (27) beschriebener Vakuumgitterspektrograph vermeidet diesen Fehler. Er ist in den folgenden Figuren als Beispiel angegeben.

Das Gitter von der Größe 5 × 3 cm hatte einen Krümmungsradius von 50 cm und stand in einem Messingrohr von 9 cm innerem Durchmesser, das an beiden Enden mit Flanschen versehen war. Die Seite, die das Gitter enthielt, wurde mit einer runden Platte abgeschlossen und der Verschluß mit einem weichen Kitt gedichtet. Diese Seite ist in der Figur nicht mit gezeichnet. Das Gitter konnte in der üblichen Weise justiert werden. Auf der anderen Seite wurde die Verbindung zwischen Flansch und Verschlußplatte durch Khotinski-Kitt gedichtet. Der Plattenhalter bestand aus einem besonderen Rohr *C* (Fig. 6), das in das Rohr *L* (Fig. 5) hineinpaßte. An der einen

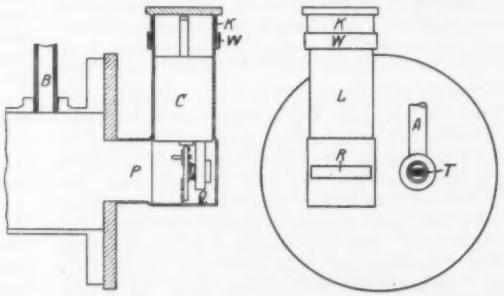


Fig. 5. Plattenhalter des Vakuumspektrographen (LYMAN). (Aus Journ. of Opt. Soc. 7, 495. 1923.)

Seite hatte es einen Handgriff, um verschoben werden zu können, an der andern enthielt es eine Platte *Q* mit Einschnitten für die 4 × 1 cm große photographische Platte. Um für eine verschiedene Neigung der Platte sorgen zu können, konnte *C* um eine vertikale Achse gedreht werden. Um den Zylinder *L* war oben ein Ring *W* gelegt und der Zwischenraum zwischen *L* und *W* mit etwas Siegellack ausgefüllt. Der Deckel *K* hatte ein zylindrisches Ansatzstück, das genau über *L* und in den Zwischenraum zwischen *L* und *W* paßte. Durch etwas Erwärmen konnte der Siegellack schmelzen und schloß dann nach dem Erkalten

luftdicht ab. Das Ansatzrohr T enthielt den Spalt und außerdem wurde direkt daran die Lichtquelle angesetzt, so daß sie nahe am Spalt war. Als anderen Vorzug dieses Spektrographen hebt LYMAN hervor, daß er ohne viel Arbeit absolut luftdicht gemacht werden kann. — Eine andere Konstruktionsart benutzt HOPFIELD (28). Es ist ein von E. P. LEWIS gebauter Spektrograph mit einem Gitter von 50 cm Krümmungsradius, das nicht in einem langen Rohr wie gewöhnlich steht, sondern in einem Kasten aus Gußmessing von der Form eines Sektors. Auf diese Weise ist für die Justiervorrichtungen mehr Raum gewonnen als bei der gewöhnlichen Rohrform. Ein von Hilger & Co. (29) gebauter Vakuumspektrograph trägt den Plattenhalter mittels Schliffes in einem besonderen Ansatzrohr, das aus der Vorderplatte herausragt. Zwei Spalte liegen im gleichen Rohr unter dem Plattenhalter. Kürzlich ist von G. HERTZ (30) ein Vakuumgitterspektrograph mit offenbar sehr einfachen Mitteln konstruiert worden. Die ausführliche Konstruktion wird nächstens von ihm angegeben werden.

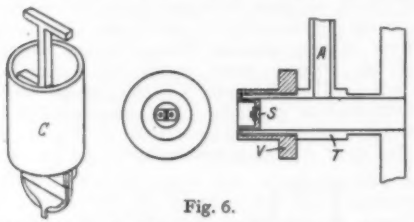


Fig. 6.

Plattenhalter des Vakuumspektrographen (LYMAN).

Mit ein paar Worten sei noch auf die verwandten Gitter eingegangen. Die im Sichtbaren und Ultravioletten benutzten Gitter sind in der Regel für das Vakuumgebiet nicht gut brauchbar, da kleine Unregelmäßigkeiten in den Gitterfurchen sich so störend bemerkbar machen können, daß das Licht der ganz kurzen Wellenlängen diffus gestreut wird. Für die längeren Wellen kommen diese Unebenheiten nicht in Frage, da sie klein im Verhältnis zur Wellenlänge sind. Es kommt also für das im Vakuumultraviolett zu verwendende Gitter sehr auf exakte Teilung und gutes Gittermaterial an. Bei der üblichen Strichzahl von 500—1100 Strichen pro Millimeter ist das Verhältnis von Strichabstand zur Wellenlänge für die ganz kurzen Wellenlängen etwa 100 : 1. MILLIKAN, BOWEN und SAWYER (31) ritzen ihre Gitter nur ganz leicht oberflächlich, so daß ein Teil der Oberfläche unversehrt bleibt. Bei einem derartigen Verfahren ist es viel leichter möglich, ganz gleichmäßige Gitterstriche zu bekommen. Sie erreichen bei einem bestimmten Verhältnis von Oberfläche zur Furchenfläche z. B., daß die Hauptlichtintensität im Mittelbild und in der ersten Ordnung liegt. Kürzlich nach der gleichen Methode von J. A. ANDERSON ganz leicht geritzte Gitter (32) ergaben ausgezeichnete Spektren in der siebenten, achten, ja selbst zehnten Ordnung. Mit diesen Gittern haben MILLIKAN und BOWEN ihre weitgehenden Resultate über die Spektren der stripped atoms erhalten. Auch LYMAN findet die Methode, Gitter nur ganz leicht zu ritzen, vorteilhaft für die Herstellung von Gittern fürs äußerste Ultraviolett.

Für Spektralaufnahmen im Vakuumgebiet werden in der Regel SCHUMANN-Platten (gelatinefreie Platten, da die Gelatine von 2000 Å nach kurzen Wellen immer stärker absorbiert) benutzt. Hält man sich genau an das von V. SCHUMANN angegebene Verfahren (33), so kann man sich diese Platten im Laboratorium unschwer selbst herstellen. Das von DUCLAUX und JEANTET (34) angegebene Verfahren, die Fluorescenz einer außerordentlich dünnen auf eine gewöhnliche Platte aufgebrachten Ölschicht auszunutzen, ist ebenfalls gut brauchbar und wegen seiner Einfachheit sehr empfehlenswert. HOPFIELD (35) verwendet in seinen Arbeiten auf besondere Weise hergestellte Filme, die sich als sehr gut erweisen.

Im folgenden soll an einigen Beispielen besprochen werden, wie eine Untersuchung im äußersten Vakuumgebiet nun wirklich durchgeführt wird. LYMAN (36) hat in einer Reihe von Arbeiten die Spektren des Heliums untersucht und geordnet. Dabei waren in seinen ersten Untersuchungen Lichtquelle und Vakuumspektrograph mit He von etwa 1 mm gefüllt und durch den Spalt miteinander verbunden. Als Lichtquelle diente eine gewöhnliche GEISSLER-Entladung. Bei dieser Art der Anregung traten mehrere Linien auf, die offenbar Verunreinigungen zukamen. Das nimmt nicht wunder, da Edelgas bei dieser Art der Anregung ungeheuer empfindlich ist. Darum wurde als Lichtquelle ein Rohr mit hohlzylinderförmigen Elektroden, wie sie PASCHEN (37) als zweckmäßig angegeben hat, verwandt und in der Längsrichtung anvisiert. Das Rohr wurde mit Gleichstrom betrieben. Mit dieser Anordnung konnten Linien von Verunreinigungen weitgehend vermieden und einige weitere Heliumlinien eingeordnet werden. Da der Apparat vollkommen mit He gefüllt war, wurden die Absorptionslinien des He auf dem langen Wege Lichtquelle —Platte wieder absorbiert und daher nicht beobachtet. Um dieses zu vermeiden, ließ LYMAN in den Raum mit der Lichtquelle dauernd He einströmen. Durch den engen Spalt konnte das Gas in den Spektrographen diffundieren, wurde dort aber durch rasch saugende Pumpen ständig abgepumpt, eine Methode, wie sie W. WIEN auch bei seinen Kanalstrahlenuntersuchungen vielfach angewandt hat. LYMANS zuletzt gewählte Anordnung ist aus der folgenden Figur ersichtlich.

Der Spektrograph bestand aus einem Rohr aus gezogenem Messing von 14,9 cm innerem Durchmesser. Das eine Ende enthielt das Gitter und wurde mit einer Messingplatte verschlossen, es ist auf der Figur nicht zu sehen. Das andere Ende trug einen Flansch mit einer Platte A, in die das

Rohr *B*, das den Spalt enthielt, eingefügt wurde. Ferner enthielt *A* das Messingkästchen *C* mit dem Plattenhalter, der auf der Messingplatte *D* montiert war. Das offene Ende von *C* trug einen Flansch mit der Verschlußplatte *E*, zur besseren Dichtung wurde der Verbindungsring mit weichem Kitt versehen. *W* ist eine Glasplatte, die während der Aufnahme lichtdicht abgeschlossen wurde. Der Plattenhalter konnte in horizontaler und vertikaler Richtung verschoben und um eine vertikale Achse gedreht werden. Die vertikale Verschiebung geschah mit Hilfe eines Elektromagneten über *C*, auf diese Weise konnten mehrere Aufnahmen auf die gleiche Platte ohne jedesmalige Öffnung des Spektrographen vorgenommen werden. Das Licht vom Gitter traf auf die Platte durch einen Schlitz *F* 2 mm breit und 7,8 cm lang auf. Einen entsprechenden Schlitz enthielt die Platte *A*. Er war in Verbindung mit einem rechtwinkligen Rohr *H*, das wiederum mit einem zweiten ähnlichen Rohr mit Blenden *K* verbunden ist. Der Spalt *S* war 0,16 mm hoch und gewöhnlich 0,04 mm breit. Der Ansatz *V* führte zur Pumpe, um das durch den Spalt eindringende Gas sofort abzupumpen. Der übrige Teil des Spektrographen wurde durch 21,4 cm weite, zu seiner Mitte symmetrisch gelegene Rohre ausgepumpt. Um die Absorption in dem Gefäß mit der Lichtquelle möglichst zu vermeiden, wurde ein Capillarrohr angebracht und möglichst nahe an den Spalt geführt. Zum Evakuieren bestand eine besondere Verbindung zur Pumpe. Während der Entladung strömte das Gas durch eine sehr feine Capillare zu. Damit wurde dauernd ein Druck von etwa 1 mm aufrechterhalten. Die Entladung wurde meistens mit Gleichstrom betrieben, die Stromstärke betrug 15—20 Milliampere. Zur Untersuchung des Funkenspektrums wurde eine PASCHENsche Hohlkathode benutzt. Da bei dem Vordringen in ein unbekanntes Spektralgebiet das Auftreten von falschen Linien (sog. Geister, durch periodisches Auftreten von Unregelmäßigkeiten des Gitters veranlaßt) sich besonders störend bemerkbar macht, hatte LYMAN die gleichen Spektren mit mehreren Gittern, die unter verschiedenen Bedingungen hergestellt waren, aufgenommen. Durch Vergleich der mit diesen Gittern erhaltenen Spektren war es ihm möglich, echte und falsche Linien voneinander zu trennen. Denselben Kunstgriff, die Absorption dadurch zu vermeiden, daß in dem Spektrographen dauernd ein hohes Vakuum aufrechterhalten wird, hat G. HERTZ benutzt zur Untersuchung der Absorptionslinien des Ne (38).

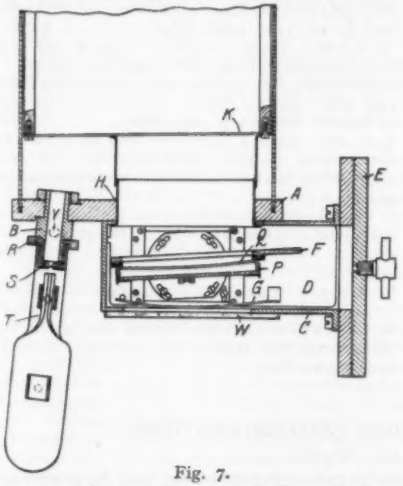


Fig. 7.
Spektrograph LYMAN. (Aus Astroph. Journ. 60, 8. 1924.)

Eine andere Anordnung wählten MILLIKAN und seine Mitarbeiter (39) für die Untersuchung der Funkenspektren der Elemente. Wie schon erwähnt, setzen sie die Lichtquelle in den Spektrographen direkt vor den Spalt, d. h. in ein hohes Vakuum. Sie benutzen dazu einen Funken sehr hoher Energie, der zwischen Elektroden in einem Abstand von 1 mm und weniger übergeht. Die Zuleitungen wurden isoliert durch den Spektrographen geführt. Während der Aufnahmen wurde dauernd stark abgepumpt. Da die Funken sehr heiß waren, wurden Zuleitungen, Elektroden und Isolation so warm, daß sie beträchtlich Gas abgaben. Daher wurde immer eine Sekunde exponiert und dann 5 Minuten gewartet, um das abgegebene Gas wieder wegzupumpen. Zu einer vollständigen Belichtung waren 5—20 Minuten erforderlich, je nach den benutzten Elektroden. Daraus ersieht man ohne weiteres die große Lichtstärke der Funken. Sehr schwer war das Schleiern der Platten zu vermeiden. Es wurde erst dadurch stark reduziert, daß durch Blenden dafür gesorgt wurde, daß die Platte nur von direktem Licht getroffen wurde. Die größte Schwierigkeit aber bereitete es, daß das Gitter während der Exposition angegriffen wurde und in seiner Güte sofort stark nachließ. Durch längere Versuche stellten die Verfasser fest, daß der Überzug des Gitters aus Schwefel und Schwefelverbindungen bestand, die aus den Hartgummiisolationen und Gummiringen durch die Wärme frei gemacht wurden. Nachdem daraufhin die Isolation der Zuleitungen aus synthetischem Bernstein und die Gummidichtungen aus schwefelfreiem antimonhaltigen Material hergestellt waren, wurde die Lebensdauer der Gitter ganz bedeutend verlängert, die Gasabgabe eingeschränkt und damit wurden auch klarere Platten erhalten.

Da es nicht möglich ist, die von den einzelnen Autoren benutzten verschiedenen Methoden hier anzugeben, sei nur noch beispielsweise auf die Untersuchungen von MCLENNAN und Mitarbeitern (40) hingeweisen, ebenso auf eine Arbeit von HOPFIELD (41), in der er ein ölgekühltes Entladungsrohr mit Capillare beschreibt, das mit hoher Spannung betrieben wurde und dessen Benutzung die Expositionszeit sehr herabsetzte.

Hoffentlich ist es durch die vorstehenden Ausführungen etwas gelungen, einen kleinen Einblick in die Methoden zu geben, die in diesem experimentell so schwer zugänglichen Gebiete angewandt werden, und andererseits verständlich zu machen, warum gerade für dieses Gebiet ein immer mehr wachsendes Interesse herrscht.

Literatur:

1. A. GLAGOLEWA—ARKADIEWA, Zeitschr. f. Phys. **24**, 153. 1924.
2. V. SCHUMANN, Smithsonian Contributions to knowledge **29**, Nr. 14, S. 13. 1903; L. und E. BLOCH, Compt. Rend. **158**, 1161. 1914; E. SCHMIDT, Zeitschr. f. Phys. **31**, 475. 1925.
3. R. A. MILLIKAN und J. S. BOWEN, Phys. Rev. **23**, 1. 1924.
4. Literatur z. B. Bericht von J. FRANCK, Phys. Zeitschr. **22**. 1921, und K. T. COMPTON and F. L. MOHLER, Bull. of the national research Council, Critical Potentials 1924.
5. Literatur s. LYMAN, The Spectroscopy of the Extreme Ultraviolett 1914.
6. J. FRANCK und P. KNIPPING, Phys. Zeitschr. **20**, 481. 1919; **1**, 320. 1920; J. FRANCK und F. REICHE, Zeitschr. f. Phys. **1**, 154. 1920 und s. 4.
7. G. HERTZ, Zeitschr. f. Phys. **22**, 18. 1924; G. HERTZ und K. R. KLOPPERS, Zeitschr. f. Phys. **31**, 463. 1925.
8. TH. LYMAN, Philosoph. mag. **41**, 814. 1921; Science **56**, 167. 1922; Astroph. journ. **60**, 1. 1924.
9. TH. LYMAN and F. A. SAUNDERS, Nature **116**, 358. 1925.
10. G. HERTZ, Naturwissenschaften **13**, 489. 1925.
11. F. PASCHEN, Ann. d. Phys. **60**, 405. 1919; K. W. MEISSNER, Ann. d. Phys. **76**, 124. 1925; P. JORDAN, Zeitschr. f. Phys. **31**, 877. 1925.
12. K. MULLIKEN, Nature **114**, 858. 1924.
13. s. 5.
14. S. J. HOPFIELD and S. W. LEIFSON, Phys. review **25**, 716 (A). 1925.
15. P. D. FOOTE, W. F. MEGGERS and K. L. CHENAULT, Journ. of optic. soc. Am. **9**, 541. 1924; **10**, 287. 1925.
16. J. LILIENFELD, Phys. Zeitschr. **20**, 280. 1919; **21**, 249. 1920.
17. J. A. ANDERSON, Astroph. Journ. **51**, 37. 1920.
18. TH. LYMAN, Astroph. Journ. **60**, 1. 1924.
19. J. S. BOWEN und R. A. MILLIKAN, Phys. review **24**, 209. 1924; **25**, 590. 1925; **26**, 150. 1925.
20. B. GUDDEN und R. POHL, Phys. Zeitschr. **23**, 417. 1922.
21. ERNST ABBE, Ges. Abhandlungen Bd. I, S. 484. 1904.
22. TH. LYMAN, Spectroscopy of the Extreme Ultraviolet S. 58. 1914.
23. J. C. MCLENNAN, D. S. AINSLIE and D. S. FULLER, Proc. of the roy. soc. of London, Ser. B. **95**, 316. 1919.
24. J. C. MCLENNAN and A. C. LEWIS, Proc. of the roy. soc. of London, Ser. B. **98**, 109. 1920.
25. R. A. MILLIKAN and R. A. SAWYER, Phys. review **12**, 168. 1918.
26. J. C. MCLENNAN, Proc. of the roy. soc. of London, Ser. B. **98**, 115. 1920.
27. TH. LYMAN, Journ. of opt. soc. Am. **7**, 495. 1923.
28. J. J. HOPFIELD, Phys. review **20**, 573. 1922.
29. SIMEON, Proc. of the roy. soc. of London, Ser. B. **102**, 484. 1923.
30. G. HERTZ, Physica **5**, 189. 1925.
31. R. A. MILLIKAN, J. S. BOWEN and R. A. SAWYER, Astr. journ. **53**, 150. 1921.
32. J. S. BOWEN and R. A. MILLIKAN, Philosoph. mag. **48**, 259. 1924.
33. V. SCHUMANN, Ann. d. Phys. **5**, 349. 1901.
34. DUCLAUX et JEANTET, Science **58**, 48. 1923.
35. s. 28.
36. s. 8.
37. F. PASCHEN, Ann. d. Phys. **71**, 142. 1923.
38. s. 10. und 30.
39. R. A. SAWYER, Astroph. Journ. **52**, 286. 1920.
40. MCLENNAN und Mitarbeiter, Transact. Roy. Soc. Can. 1920—1925.
41. s. 28.

Die Erkrankungen des Paradentium (Alveolarpyorrhöe).

Von KARL FRZ. HOFFMANN, München.

Das menschliche Gebiß wird hauptsächlich von zwei Volkskrankheiten heimgesucht, nämlich die Caries und die Krankheitsprozesse des Paradentium.

Das Paradentium ist nach WESKI ein Sammelname für die verschiedenen am Zahnhals auftretenden Gewebe. Es handelt sich um das Zahnfleisch (Gingiva), die Wurzelhaut (Periodentium) und den Alveolarknochen. Diese Gewebe üben die Funktion eines Organes aus und charakterisieren eine physiologische Einheit. So sagt WESKI: „Das Paradentium stellt die direkte Angriffsfläche der vom Zahn ausgehenden mechanischen Funktionsreize dar." Aber auch eine pathologische Einheit dieses Gewebskomplexes ist vorhanden, da bei Erkrankungen der Weichteile des Zahnhalses nicht ein Gewebe, sondern meist alle befallen werden.

Die Krankheiten des Paradentium kann man in 2 Gruppen einteilen. Überwiegen die entzündlichen Vorgänge, so spricht man von einer Paradentitis. Die zweite Gruppe sind die Paradentosen, welche durch degenerativ-regressive Prozesse entstehen. Beide Fälle sind in Fig. 1 dargestellt. Rechts eine Paradentose und links Paradentitis mit Alveolarschwund und Taschenbildung. In Fig. 2 links ist das normale Verhalten der Gewebe am Zahnhals dargestellt.

Die Paradentitis beginnt mit einer Entzündung des Zahnfleischsaumes (Gingivitis marginalis), die hervorgerufen wird durch mechanische Reize wie überstehende Füllungen, schlecht sitzende Kronenringe, Retention zwischen engstehenden Zähnen und vor allem supragingivaler Zahnstein (Fig. 2a). Die Schleimhaut wird durch den chronischen Reiz entzündet, und die Zahnfleischtasche, welche normalerweise eine Tiefe von ca. 1,5 mm hat, vergrößert sich, indem das Epithel atypisch in die Tiefe wächst (Fig. 3 links). Gleichzeitig wandelt sich das Bindegewebe in zellreiches Granulationsgewebe um. Das Zahnhalsband (Ligamentum circulare) wird zerstört, und die zahlreichen Bakterien, die ständig in der Mundhöhle sind, können nun eindringen in die Wurzelhaut, die dadurch natürlich ihr Schutzorgan verliert. Die Bakterienprodukte in der vergrößerten Zahnfleischtasche rufen eine Degeneration des Zementes und einen geschwürigen Zerfall der Oberfläche hervor. Das Taschensekret ist je nach dem Entzündungszustand serös oder eitrig. Der zerstörte Zement wirkt als Fremdkörper und wird vom Epithel im Sinne einer Heilung überwachsen. Durch diesen Vorgang vertieft sich die Tasche bedeutend. Mit der fortschreitenden pathologischen Taschenbildung geht auch ein Verlust an Alveolarknochen einher, der nicht ersetzt werden kann.

Die Knochenhöhe ist abhängig vom Stand reizübertragender Periodontfasern. Hört die funktionelle Beanspruchung des Knochens auf, so verfällt er der Atrophie. Die Resorption findet an der Innenseite der Alveole statt und zeigt sich meist als Seitenschwund. In Fig. 4 bleibt der Höhenschwund aus, da das Alveolarseptum zum Nachbarzahn noch funktionelle Beziehungen hat. Diesen Typ bezeichnet man nach WESKI als Paradentitis intraalveolaris. Haben aber beide Nachbarzähne Alveolarseitenschwund aufzuweisen, dann ist ein Höhenschwund der Alveole eingetreten wie Fig. 5 zeigt. Bei sehr dünner Alveole kann aus dem Seitenschwund ein Höhenschwund (Fig. 6) werden. Der Krankheitsprozeß ist beendet, wenn der Zahn beutelartig vom Epithel überzogen ist. In diesem Stadium ist der Zahn stark gelockert, da er mit der Alveole nur noch an wenigen Stellen in Verbindung ist. Das Krankheitsbild kann pathologisch-anatomisch als eine chronische, eitrige, destruierende Wurzelhautentzündung aufgefaßt werden (BERTEN).

Fig. 1. Rechts Paradentose; links Paradentitis.

Fig. 2. Bildung von supragingivalem Zahnstein (*a*).

Fig. 3. Links senkt sich Epithelzapfen in die Tiefe, beginnende Paradentitis.

Bei der Entstehung der Paradentitis spielen sicherlich konstitutionelle Momente eine Hauptrolle, da nicht alle Personen daran erkranken, obwohl dieselben äußeren und lokalen Verhältnisse vorliegen. Nach RÖMER handelt es sich um eine Konstitutionsanomalie, die mit Störungen in den biologischen Prozessen des ganzen Stoffwechselmenschen zusammenhängen. MATH. REINMÖLLER konnte bei Kranken mit Paradentitis im nach der Methode von ABDERHALDEN untersuchten Serum Thymusabbau feststellen. Auf Grund dieses Untersuchungsbefundes kann man annehmen, daß die Thymusdrüse in enger Beziehung zur Paradentitis steht. Inwieweit Erkrankungen, welche den Ernährungszustand und Stoffwechsel herabsetzen, an der Entstehung der Paradentitis beteiligt sind, ist noch nicht einwandfrei festgestellt. Eine gewisse Prädisposition für die Krankheit geben ab Gicht, Diabetes mellitus, Anämie, Brightsche Krankheit, ferner chronische Infektionskrankheiten (Tuberkulose, Malaria, Lues), auch chronischer Alkoholismus und schließlich Nervenleiden (Rückenmarksentzündung, Neurasthenie, Tabes und Paralyse). BERTEN und MAYRHOFER konnten das Auftreten der Erkrankung familienweise beobachten und sprechen der Vererbung eine gewisse Rolle zu. Aber auch zwischen Zahnkonstitution und Paradentitis bestehen Zusammenhänge. Zahlreiche Beobachtungen haben immer wieder festgestellt, daß cariesdisponierte Gebisse gegen Paradentitis einen relativen Schutz aufweisen.

Eine Verminderung der vitalen Energie und Regenerationsfähigkeit der Gewebszellen führt zu dystrophischen Zuständen, den sog. Paradentosen, die ohne Entzündungserscheinungen verlaufen. Sehr häufig tritt eine Kombination mit Paradentitis ein, namentlich bei schlechter Mundpflege. In solchen Fällen macht der Krankheitsprozeß sehr rasche Fortschritte.

Der normale Involutionsprozeß des Gebisses besteht in Loslösung des Epithels an der Zahnoberfläche, Tiefenwachstum des Epithelansatzes und Rückbildung des Alveolarrandes, verbunden mit einem gleichmäßigen Abschleifen an den Kauflächen und Kontaktpunkten. Der Durchbruch der Krone geht also kontinuierlich über in den der Wurzel, um mit GOTTLIEB zu sprechen. Diese Involution zieht sich hin bis ins höchste Greisenalter. Die Alveolarfortsatzatrophie kann aber schon einsetzen bei anscheinend sonst ganz gesunden Individuen im jugendlichen Alter, während die übrigen Funktionen des Organismus noch auf voller Höhe sich befinden. Das Wesen dieser präsenilen Atrophie (Atrophia alveolaris praecox) ist noch nicht geklärt. Von dem Schwund des Alveolarfortsatzes werden nun nicht immer alle Zähne betroffen, sondern die Krankheit kann befallen nur einige Zähne oder sogar bloß Teile der Wurzeloberfläche, z. B. bei Frontzähnen die Labial- (Lippen) fläche, ferner bei Molaren die Palatinalwurzeln.

Eine weitere Ursache für die Entstehung einer Paradentose ist gegeben durch eine falsche Belastung. Wird die Elastizitätsgrenze der Periodontiumfasern überschritten, so verknöchern diese an den Zement ansetzenden Stellen. Die Untersuchungen von GOTTLIEB haben ergeben, daß ein Druck der Wurzel auf die Alveole diese an den Stellen zum Schwinden bringt, wo der Druck direkt einwirkt.

Fig. 4. Seitenschwund der Alveole.

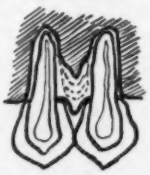


Fig. 5. Höhenschwund der Alveole

Fig. 6. Aus dem Seitenschwund wird ein Höhenschwund.

Das Längerwerden der Zähne bei Fehlen der Antagonisten wird nach Loos Entlastungsdystrophie genannt. Die Alveole weitet sich aus, da die Reizübertragung durch den Gegenzahn verloren gegangen ist.

Die beschriebenen Krankheitsbilder wurden ganz allgemein bis vor kurzem zusammengefaßt unter dem Namen Alveolarpyorrhöe. Der Name bezeichnet nur ein einzelnes Symptom, den Eiterausfluß aus der Alveole, das zwar bei den entzündlichen Zuständen immer vorhanden ist, aber bei den einfachen dystrophischen fehlt, wohl aber, wie schon erwähnt, sekundär hinzutreten kann.

Die Erkrankungen des Paradentiums kann man kurz folgendermaßen charakterisieren:

Die Paradentitis entsteht unter bestimmten konstitutionellen Bedingungen im Anschluß an eine marginale Entzündung, dann sind Taschenvertiefung und Eiterung aus der Alveole das Primäre, Knochenschwund und Lockerung der Zähne das Sekundäre.

Die Paradentose zeigt primär Knochenschwund und Lockerung der Zähne, sekundär Taschenvertiefung und Eiterbildung entsprechend der Entstehungsursache im Anschluß an eine Atrophie des Alveolarknochens.

Besprechungen.

KOBER, L., **Gestaltungsgeschichte der Erde.** Berlin: Gebr. Borntraeger 1925. 200 S., 60 Abbild. und 1 Übersichtskarte. 14×22 cm. Preis geh. 7,50 Reichsmark.

KOBER hat sich die Aufgabe gestellt, einen kurzen Abriß der Geschichte der Erde und der einzelnen Kontinente zu schreiben. Dementsprechend gliedert er den Stoff folgendermaßen: I. Zur Geschichte der Geologie. II. Evolution und Revolution in der Erdgeschichte. III. Die großen Ereignisse der Erdgeschichte. IV. Gestaltungsgeschichte der Kontinente und Ozeane. V. Gestaltungsgesetze und Theorien.

Die Aufgabe des Buches ist, laut dem Vorwort des Verf., zu lehren; das scheint bei dem leichten, flüssigen Stil KOBERS und bei der vorzüglichen Ausstattung durch den Verlag, durchaus einleuchtend. Sieht man sich dann aber den Inhalt etwas kritischer an, so dürfte man Bedenken bekommen, das Buch gerade Lernenden in die Hand zu geben, da solche ja noch nicht die Möglichkeit haben, sich zwischen Richtigem und — zum mindesten Fraglichem — zurechtzufinden; und von beidem enthält das Buch ein gerüttelt Maß. Um nicht unbewiesener Behauptungen bezichtigt zu werden, muß ich einiges anführen.

Die russische Tafel soll während des Mesozoicums Festland (S. 50), während der ganzen geologischen Zeit Kontinent (S. 71) gewesen sein. Als Kontinent mag man sie noch bezeichnen, dadie Über flutungen einen flachen, „kontinentalen" Charakter trugen; ein Festland war sie im Jura und in der Kreide gewiß nicht.

„Kaledonische Ketten", d. h. an der Wende von Silur und Devon entstandene Gebirgszüge in der Ukraine (S. 71) sind bisher nirgends erwähnt worden; auf eine Beweisführung könnte man gespannt sein.

„Gebirgsbildungen, die zur Entstehung weithin ziehender Kettengebirge führen, gibt es im Mesozoicum nicht" (S. 60). Und die Andenfaltung? Und das kimmerische (jungjurassische) Gebirge der Krim und des Kaukasus? Und die in die Kreide (Vorgosau) fallende Gebirgsbildung der Ostalpen? Da zudem, wie KOBER betont, Gebirgsbildungen oft mit einem Übergreifen des Meeres an anderen Stellen zusammenhängen und da eine solche „Transgression" aus dem oberen Jura und aus der mittleren Kreide bekannt ist, so sieht sich ein Lernender durch diese Behauptungen vor unlösbare Widersprüche gestellt. Der von HAUG aufgestellte Satz von der Wechselwirkung von Faltung und Überflutung ist überhaupt anfechtbar.

Das Oberkarbon soll über den verebneten Altaiden (karbonisches Gebirge) ebenso liegen, wie der devonische rote Sandstein über den Kaledoniden (altpaläozoisches Gebirge) Schottlands (S. 48). In Wahrheit liegen Oberkarbon und Perm in Mitteleuropa in Senken des alten Gebirges und erst der triadische Buntsandstein bildet eine zusammenhängende flache Decke. Übrigens ist der alte rote Sandstein auch außerhalb des kaledonischen Gebirges verbreitet (Rußland), was aus KOBERS Darstellung nicht zu ersehen ist (S. 46).

Der Ural soll ein Deckengebirge sein, wie KOBER aus dem Studium der russischen Literatur ergründet haben will (S. 92). Ich glaube, die russische Uralliteratur gut zu kennen. Von einem Deckenbau habe ich nicht einmal Andeutungen finden können. So neuartige und weittragende Behauptungen müßten doch wenigstens durch Literaturzitate glaubhaft gemacht werden.

Ebenso falsch ist es, daß die uralische Richtung seit dem Paläozoicum nicht mehr „orogen tätig ist" (S. 96). Die mesozoisch-tertiären Falten des Embagebietes und am Aralsee zeigen gerade das Gegenteil. Das ist aus dem Studium der neueren russischen Literatur leicht zu ersehen!

Die jatulische (präkambrische) Formation Finnlands liegt nicht horizontal (S. 94), sondern ist gefaltet. Erst der jüngere jotnische Sandstein liegt horizontal.

Wie man die „Karpinskischen Linien" (WNW—OSO verlaufende Störungen) Südrußlands als epirogene Deformierungen bezeichnen kann (S. 96), ist mir schlechterdings unverständlich. Hier hat doch die STILLEsche Nomenklatur weitgehende Klarheit geschaffen! Es sind typische „orogene", d. h. engspannige, episodische und strukturverändernde Deformationen der Erdrinde, kurz gesagt, Erscheinungen einer Bruchfaltung.

Die vulkanischen Gesteine des Rheintalgrabens sind nicht sarmatisch (d. h. jungmiozän, S. 100), sondern zum Teil, wie z. B. der Kaiserstuhl, älter.

Schwarzwald und Vogesen sind gerade das Gegenteil von einem Synklinorium, d. h. von einer großen Einmuldung (S. 102).

Diese Liste zweifelloser Irrtümer oder Flüchtigkeiten könnte noch stark erweitert werden. Doch möchte ich noch vor allem auf den sehr bedenklichen Zustand einiger paläogeographischer Karten von KOBER hinweisen. Ich bin der Letzte, welcher kleine Ungenauigkeiten solcher Darstellungen, die jedem unterlaufen können, besonders scharf unter die Lupe zu nehmen geneigt ist — derartige Karten sind immer nur Annäherungen an die Wirklichkeit. Aber auf einer Karte der kambrischen Meere, wo diese schraffiert gezeichnet sind, das marine Kambrium Schwedens und Estlands unschraffiert zu lassen (S. 55), auf der Karte des Perms ganz Mitteleuropa als Meer zu bezeichnen (S. 56), geht denn doch zu weit. Am Kärtchen der Triasmeere (S. 64) ist das Gewollte der Konstruktion besonders deutlich, da hier die angeblichen Grenzen von Kontinent und Geosynklinale homogene Gebiete durchschneiden. KOBER hat recht: „wenn man alle diese Karten übersieht, so erkennt man in ihnen letzten Grundes Schemata" (S. 175), und daß diese richtiger sind als ältere, wird man nicht behaupten können.

KOBER hat viel moderne Literatur gelesen, aber Gründlichkeit und richtige Auswahl fehlen und so steht die ganze Synthese auf schwacher Grundlage. BUBNOFF und CLOOS als Kronzeugen für paläozoische Aufschmelzungen zu nennen, die nahe an die Oberfläche heranreichen, geht wirklich nicht an (S. 183). Man hätte dann schon KLEMM und KOENIGSBERGER nennen sollen. Daß die Geologen die WEGENERsche Theorie ablehnen, weil nach ihr die Erdgeschichte erst im Karbon beginnt (S. 173), dürfte auch ein Mißverständnis sein. Auch in der Bewertung der Literatur ist eine gewisse Wahllosigkeit zu verspüren. Neben den wertvollen Synthesen von GOLDSCHMIDT, den wichtigen, aber speziellen Arbeiten von ERICH KAISER in Südafrika, taucht dann plötzlich so ein Monstrum auf, wie das Gebirgsschema Europas von LIMANOVSKI (S. 73). Ich glaube, die russischen Kollegen werden entsetzt sein, wenn sie erfahren, daß ihnen das als Ergebnis ihrer Forschung zugeschrieben wird. TERMIERS „Zermalmungsschlitten", dieser alte Ladenhüter, könnte auch endlich mal in der Versenkung verschwinden.

Dem Lernenden so fragliche Dinge, wie den Deckenbau des Kaukasus, den (von KOBER nach Karten entdeckten) Überschiebungsbau bei San Francisco, den Kontinentalcharakter des pazifischen Ozeans vorzusetzen, ihn mit Ausdrücken, wie „Kampf um den Raum", „kontraktive Zerrung" (zusammenziehende Zerrung — contradictio in adjecto!) zu schrecken, halte ich für überflüssig. Wer dann weiterhin erfährt, daß die Kontraktion der Erdkugel wahrscheinlich ist, daß aber bei fortschreitender Abkühlung Krystallisation und damit eine gewaltige Volumvermehrung (S. 190) eintritt, könnte an dieser „Geo-Logik" irre werden.

Ich mußte diese Unzulänglichkeiten und Flüchtigkeiten etwas schärfer hervorheben, da ich fürchte, daß durch sie das an sich ideenreiche Büchlein in seinem Wert stark herabgesetzt wird. Das ist bedauerlich, denn der KOBERsche Grundgedanke ist anregend. Man könnte ihn etwa so formulieren:

Die Erdoberfläche gliedert sich in die alten erstarrten Massen (Kratogene), welche durch mehrfache Gebirgsbildung zusammengeschweißt sind, und in die beweglichen, gebirgsbildenden Streifen (Orogene). In den letzten entstehen durch Zusammenschub der Kratogene, also eigentlich passiv, die großen Faltenstränge der Erde. Diese sollen nicht, wie man bisher annahm, einseitig, sondern zweiseitig gebaut sein, das heißt nach beiden Seiten auf die starren Massen überquellen. So stehen in Europa die nach Norden überfalteten Alpen und Karpathen den nach Süden übergelegten Dinariden und dem Apemin gegenüber. In den anderen Weltteilen soll es ebenso sein. Aber, da die Beweisführung recht locker ist, wird man mißtrauisch, zumal viele Schwierigkeiten mit Stillschweigen übergangen werden.

Der Lernende und der Laie sollen doch vor allem geologisch sehen und denken lernen. Dazu dienen, neben Lehrbüchern, am besten Führer und Wanderbücher, welche die Beobachtung schärfen. Die heute so beliebten Synthesen erfordern dagegen eine sehr sorgfältige und kritische Begründung; ihr Wesen kann der Anfänger selten erfassen und darum sollten für ihn bestimmte Bücher besonders vorsichtig in der Formulierung sein. In dieser Hinsicht könnte man KOBER selbst seine *vorzügliche* historische Einleitung entgegenhalten, insbesondere die dort zitierten Worte Goethes: „Was sieht denn hier also ein Mitglied der alten Schule: Übertragungen von einem Phänomen zum anderen, sprungweis angewendete Induktionen und Analogien, Assertionen, die man auf Treu und Glauben annehmen soll." Diese Worte sind in der Tat sehr — zeitgemäß! S. VON BUBNOFF, Breslau.

KRENKEL, ERICH, **Geologie Afrikas.** Erster Teil. **Geologie der Erde.** Berlin: Gebrüder Borntträger 1925. X, 461 S., 22 Tafeln und 105 Textfiguren. 17 × 26 cm. Preis 34,50 Reichsmark.

Seitdem ED. SUESS in seinem „Antlitz der Erde" eine Zusammenfassung des Erdbaues gegeben hat, ist die Fülle des geologischen Beobachtungsmaterials derart angeschwollen, daß ein einzelner sie nicht mehr zu meistern vermag. KOBERS „Bau der Erde" sucht mehr nach den großen Grundzügen, während das „Handbuch der regionalen Geologie" den Stoff in zahlreiche Ländermonographien aufteilt. Den Mittelweg, der noch große Zusammenfassungen gestattet, schlägt die von Prof. KRENKEL herausgegebene Sammlung „Geologie der Erde" ein, deren erster Band, Geologie Afrikas, I. Teil, aus der Feder des Herausgebers vorliegt. Er umfaßt den Überblick über den Kontinent und die Einzeldarstellung des Ostens.

Nur im Süden und Norden bildet ein Kettengebirge *Afrikas Grenze*: im Süden die Kap-Falten, im Norden der Atlas und die von ihm aus das Mittelmeer umgreifenden Falten der syrischen Bögen. Die übrigen Küsten sind junge Brüche, an denen der benachbarte Meeresboden zum Teil bis zu erheblicher Tiefe abgesunken ist. Keine Anhaltspunkte sprechen aber dafür, daß an ihnen weites Auseinandertreiben von Kontinentalschollen erfolgte (wie WEGENERS Theorie es will), und ebensowenig ließen sich Andeutungen des von KOBER vermuteten Orogenringes, der Afrika mit seinen Falten umgeben soll, feststellen. Die Bruchlinien und Faltenzüge an den Küsten und im Innern des Kontinents ordnen sich in zwei Hauptsysteme ein, ein gegen NO gerichtetes (somalisches) und ein nordwestliches (erythreisches).

Die *Erdgeschichte* Afrikas ist mannigfacher und reicher, als es der plumpe Kontinent vermuten läßt. Wenn auch sein alter Sockel aus archäischem Grundgebirge meist nicht wieder von jüngeren Faltungen überarbeitet wurde — nur im Westen machen sich kaledonische und variskische Gebirgsbildung bemerkbar — so entstanden auf ihm doch die verschiedensten kontinentalen, marinen und vulkanischen Bildungen.

Hochafrika (die Gebiete im S und O des Kontinents) und Niederafrika (die mittleren und nordwestlichen Teile) stehen dem jungen Kettengebirge Kleinafrikas (Atlasländer) gegenüber. Sie zerfallen in neun geologische Großregionen, die der Einzelschilderung zugrunde gelegt werden.

„Syrabien" (das Gebiet zwischen Rotem Meer und Mesopotamiens Tiefland) gehört nach seinem ganzen Bau und Geschichte zu Afrika. Sein Sockel besteht aus präkambrischem Grundgebirge, das nur spärlich von Palaeozoicum, reichlich von Jura und höherer Kreide überflutet wurde. Gewaltige Grabenbildungen (besonders im Zuge Jordansgraben—Rotes Meer), ausgedehnte vulkanische Ergüsse, verschiedene Überflutungen und schließlich gehobene Strandriffe sind die Marken seiner jüngeren Entwicklung. Wie die Grabenbrüche Syrabien von seinem afrikanischen Mutterlande ablösten, so verknüpfen die jungen syrischen Faltenbögen, die durch Nordsinai und Jordanland ziehen, es mit Asien.

Ganz ähnlichen Bau zeigt *„Egynubien"*, das Land am Nil. Auch hier säumen junge Faltenachsen, die Verbindung der syrischen Bögen mit dem Atlas, ein krystallines Massiv, das besonders im Norden von Kreide und Tertiär bedeckt wird, an deren Bildung der Nil und seine Vorgänger in wechselreicher Geschichte reichen Anteil haben.

Jura, Kreide und darüber gewaltige oberkretazisch-tertiäre Trappdecken verhüllen auch in *„Abessomalien"* das präkambrische Grundgebirge. Im Abessynischen Hochland wie in Somalien liegen die Deckmassen horizontal, während auf der Insel Sokotra Kreide und Tertiär gefaltet wurden. Zwischen Abessynien und Somalien ist der abessynische Graben eingebrochen, der von gewaltigen, tertiär-quartären, atlantischen Vulkanergüssen erfüllt wurde.

Auf größerer Erstreckung ist in *Ostafrika* der krystalline Sockel des Kontinents entblößt: Krystalline Schiefer werden vom riesigen Zentralgranit am Viktoriasee in 2 Stämme gespalten, deren Streichen keineswegs so allgemein N—S gerichtet ist, wie häufig angenommen wird. Innerhalb dieser metamorphen Serie trennt eine Diskordanz archäische und altalgonkische Gesteine, und auf beiden lagern, ebenfalls noch gestört, jungalgonkische Tonschiefer, Quarzite, Itabirite. So zerfällt die Entstehung der „Afriziden" in 3 Haupt-

abschnitte, deren Nachklänge bis ins älteste Palaeozoicum anhielten. Mangel an Ablagerungen läßt die Geschichte Ostafrikas im Palaeozoicum im Dunkeln; nur die terrestren Karruschichten mit Kohlenflözen sind aus seiner jüngeren Hälfte bekannt. Der Kern Ostafrikas blieb Festland bis heute; am Rande zum indischen Ozeane lagern sich ihm Jura und Kreideschichten auf, denen die berühmten Saurierschichten am Tendaguru angehören. Auch im Tertiär und Quartär finden wir nur an der Küste marine Bildungen, während über das Hochland terrestre Schichten und Verwitterungsböden (Laterite u. a.) verstreut sind. Das bedeutendste Ereignis der jüngeren Erdgeschichte Ostafrikas sind die Grabenbrüche, die in 3 Zonen angeordnet sind, und der sie begleitende Vulkanismus, der große Vulkangebiete und zahlreiche Einzelvulkane aufgebaut hat.

Madagaskar hat die gleiche Geschichte wie das Festland, von dem es im Jura bis Eocaen und heute wieder durch eine Meeresstraße getrennt wurde. Im mittleren Tertiär konnten dagegen über eine Landbrücke die Lemuriden und andere endemische Formen der Insel von Europa her einwandern und sich bis in das lange Zeit mit Madagaskar verbundene Indien verbreiten. Die größere Osthälfte der Insel zeigt krystallines Grundgebirge, die kleinere westliche horizontale Sedimente aus Perm bis Quartär. Brüche und ein Vulkanismus, der Stoff zu klassischen Studien lieferte, beherrschen das junge Bild der Insel.

Ein Überblick über die übrigen, meist vulkanischen Inseln des Indischen Ozeans und eine Zusammenstellung der *Bodenschätze* des behandelten Gebietes beschließen den Band.

Der Ref. maßt sich kein kritisches Urteil über das Werk an. Beim Lesen der anschaulichen Darstellung vergißt man zu leicht, wie mühsam der Stoff aus zahllosen, oft einander widersprechenden Einzelarbeiten zusammengetragen werden mußte. Ein erstaunlich reichhaltiges Material ist es, das in kaum 2 Menschenaltern aus der Geologie des dunkeln Erdteils bekannt geworden ist. Wir müssen dem Verf. danken, daß er es zu einer so übersichtlichen und die Grundzüge klar erfassenden Darstellung wie die vorliegende verarbeitet und dadurch weiteren Kreisen zugänglich gemacht hat. Zahlreiche Karten — die trotz ihrer Schwarz-Weiß-Technik dank ihrer sorgfältigen Umzeichnung klar lesbar sind — und eine Reihe von geschickt ausgewählten Bildern, unter denen besonders eine Anzahl deutscher Fliegeraufnahmen hervorstechen, unterstützen aufs beste das Verständnis des Werkes.

Hans Becker, Leipzig.

GRUBENMANN, U., und P. NIGGLI, **Die Gesteinsmetamorphose.** I. Allgemeiner Teil. Berlin: Gebr. Borntträger 1924. XII, 539 S. und 160 Textfig. 17 × 26 cm. Preis 30 Reichsmark.

Unter dem Einfluß der mikroskopierenden Methoden hatte sich die Petrographie der Eruptivgesteine bereits in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts ungemein erweitert und vertieft, in Deutschland besonders durch F. Zirkel und noch mehr durch H. Rosenbusch. Um so länger aber blieben Sedimentgesteine und krystalline Schiefer vernachlässigt und für die ersteren gilt das noch heute. Da veröffentlichte im Jahre 1903 der Wiener Mineraloge F. Becke seine große Abhandlung „Über Mineralbestand und Struktur der krystallinen Schiefer" — ein neuer Sieg des Mikroskops, und zwar in der Hand eines Forschers, der ebenso die Lagerungsverhältnisse solcher Gesteine im Hochgebirge studiert hatte, wie er die feinsten krystalloptischen Untersuchungsmethoden beherrschte und ausbaute, wobei nur an die Beckesche Linie, Skiodromen, Konometer und Zeichentisch erinnert zu werden braucht. Bei jenen metamorphen Felsarten galt es nicht nur, Mineralbestand und Gesteinsgewebe auf das minutiöseste zu beschreiben, sondern auch Folgerungen daraus zu ziehen auf eine Genese, die nichts weniger als einen einheitlichen Akt darstellt. Ist doch die Metamorphose oft nur eine partielle, so daß man einen Komplex mehrerer Strukturen verschiedenen Alters zu entwirren hat. Die Namen Reliktstruktur, Blastese, Krystallisationsschieferung, Rieckes Prinzip und Becke-Lepsiussche Volumregel kennzeichnen den erwähnten Fortschritt zur Genüge.

Nach regem Austausch seiner Erfahrungen und Gedanken mit denen von F. Becke und F. Berwerth hat dann der Züricher Petrograph U. Grubenmann 1904 und 1907 sein zweibändiges Werk über „Die krystallinen Schiefer" veröffentlicht, das auf einer ungemein fruchtbaren Arbeitshypothese aufgebaut ist, nämlich der Dreigliederung jener Gesteine nach Tiefenzonen (Epi-, Meso- und Kata-Zone). „Die Arbeit, sagt Grubenmann im Vorwort, soll ein Versuch sein, die Bildung und die charakteristischen Eigentümlichkeiten der krystallinen Schiefer sowie ihr Auftreten innerhalb der Erdrinde nach physikalisch-chemischen Prinzipien zu erklären." Diese Prinzipien wurden im ersten, allgemeinen Teil behandelt, während der zweite, spezielle Teil eine Systematik (und Nomenklatur) regionalmetamorpher Gesteinsarten schuf und dabei besonders deren „mikroskopische Physiographie" lieferte, wie es einst Rosenbusch auf dem Gebiete der Eruptivgesteine getan hatte. Im Jahre 1910 schenkte uns Grubenmann eine zweite Auflage, die beide Teile in einem einzigen Band vereinigte; hier wurden hauptsächlich auch die Einblicke berücksichtigt, die in bezug auf Kontakt-, Injektions- und Einschmelzprozesse in Finnland und Skandinavien von dortigen Petrographen und vom Verfasser selbst gewonnen worden waren.

Nachdem Grubenmann im Jahre 1920 vom Lehramt zurückgetreten, begann er 1921 zusammen mit seinem Schüler und Nachfolger P. Niggli eine dritte Auflage des allgemeinen Teiles vorzubereiten. Wenige Monate vor dem Ende der Drucklegung starb der rastlose Forscher. Der Umfang dieses Teiles ist von 122 Seiten auf 539 Seiten angeschwollen, aber nicht nur der Umfang, sondern auch der Inhalt. Dieser behandelt neben der Regionalmetamorphose nun auch eingehend die Kontaktmetamorphose; daher heißt auch der Titel des Buches nicht mehr „Die krystallinen Schiefer", sondern „Die Gesteinsmetamorphose". Die frühere Dreiteilung ist beibehalten worden: 1. Ursprünglicher Stoff und seine spezifischen Merkmale; 2. Umbildung des Stoffes durch Metamorphose; 3. die Produkte der Metamorphose.

Besonders der zweite dieser drei Abschnitte erfuhr eine grundsätzliche Erweiterung. Diese galt, wie Niggli im Vorwort bemerkt, „einer Ausarbeitung der Lehre von den physikalisch-chemischen Prinzipien, die der Metamorphose zugrunde liegen, und einer eingehenderen Charakterisierung der verschiedenen Metamorphosenarten. Der Einteilung in Metamorphose im Deckgebirge und Metamorphose im Grundgebirge kommt nur didaktischer Wert zu. An einfachen Beispielen der ersten Art sollen die Begriffe erläutert werden". Hier ist natürlich auch die sog. „mineralogische Fasenregel" behandelt, die 1911 und 1912 — also erst nach dem Erscheinen der vorigen Auflage — von V. M. Goldschmidt für Kontaktgesteine und von P. Niggli für krystalline Schiefer, besonders Chloritoidschiefer des Gotthardgebietes, geltend gemacht wurde. Auch der

dritte jener Abschnitte („Die Produkte der Metamorphose") erscheint von Grund aus umgestaltet, besonders in bezug auf die Texturen und ihre Deutung. Übrigens wird der in Aussicht stehende zweite Band, der die Systematik der metamorphen Gesteinsarten darstellen soll, naturgemäß eine Spezifizierung jenes dritten Abschnittes bilden.

Daß alles Neue und Neueste der einschlägigen Forschung eingehend berücksichtigt und weitgehend verarbeitet oder durchdiskutiert ist, wird niemanden überraschen, der die Bücher von P. NIGGLI kennt. So finden wir z. B. die anregenden Arbeiten von BECKE, ESKOLA, GOLDSCHMIDT und NIGGLI über Gesteinsfazies, Gesteinsassoziationen und Gesteinsprovinzen metamorphen Charakters gründlich verwertet; ebenso die schönen Abhandlungen von WALTER SCHMIDT über Reckung und Gefügeregelungen, diejenigen von BRUNO SANDER über präkrystalline, parakrystalline und postkrystalline Deformation und über Abbildungskrystalloblastese sowie die wichtigen Feststellungen von H. BACKLUND, L. J. KRIGE, P. NIGGLI und W. SCHMIDT über Verlagerung und Wälzungen von Porphyroblasten, z. T. während ihres Krystallwachstums („Einschlußwirbel"), z. T. nach demselben, wie sie den Vorgang und den Richtungssinn von Differentialbewegungen (Schubwirkungen) verraten und, am anstehenden Felsen orientiert, dem Tektoniker und Mikrotektoniker künftig wichtige Fingerzeige geben werden.

Daß Chemismen, Stabilitätsverhältnisse, Koexistenzfelder usw. durch zahlreiche sinnvolle Tabellen und instruktive Nomogramme (beispielsweise Druck-Temperatur-Diagramme und Temperatur-Konzentrations-Diagramme) in schönster Weise erläutert sind, gehört zu den anerkannten Spezialitäten von P. NIGGLI. Wenn ich der nächsten Auflage dieses *vortrefflichen Werkes* einen kleinen Wunsch entgegenbringen darf, so wäre es der, daß die mechanischen Grundlagen und die mechanischen Erscheinungen des Metamorphismus, der Gebirgsbildung und der Tektonik (z. B. Faltung, Schieferung, Streckung, strain, stress, Schub, Klüftung, Klüftbarkeit, Rutschflächen) *noch* weiter und tiefergehend behandelt werden möchten.

A. JOHNSEN, Berlin.

TSCHUPROW, A. A., **Grundbegriffe und Grundprobleme der Korrelationstheorie.** Leipzig: B. G. Teubner 1925. V, 153 S. 16 × 24 cm. Preis geh. 6,40, geb. 8 Reichsmark.

Prof. Dr. A. A. TSCHUPROW, der Verfasser einer vorzüglichen „Statistik" und einer großen Anzahl wertvoller Beiträge auf dem Gebiete der Statistik und Korrelationsforschung, macht in diesem ausgezeichneten Buche einem größeren Leserkreise seine an der Universität in *Kristiania* gehaltenen Vorlesungen in erweiterter Fassung zugänglich. Der Verf. stellt sich die Aufgabe die *logischen* Grundlagen der Korrelationsforschung herauszuarbeiten. Er will keine Anleitung zur praktischen Handhabung der Methoden geben.

Die Korrelationsforschung, ein Teil der praktischen Statistik, beschäftigt sich bekanntlich mit der Aufgabe, festzustellen, ob und in welchem Grade verschiedene statistische Erscheinungen voneinander abhängig sind, weiter mit der Ermittlung des wahrscheinlichsten Wertes des entsprechenden Elementes in der zweiten Reihe, wenn der Wert eines Elementes in der einen Reihe bekannt ist.

Da die Korrelationsforschung, die nicht nur theoretisch interessante, sondern vor allem praktisch wichtige Probleme bearbeitet, für sehr viele Gebiete von Bedeutung ist, und in jüngster Zeit in immer steigendem Maße benutzt wird, so kann TSCHUPROWS hervorragende Schrift Anspruch erheben, in allen Kreisen beachtet zu werden. Und dies umsomehr, als bei der Anwendung der Korrelationsmethoden mitunter die Voraussetzungen derselben nicht genügend berücksichtigt werden, bei der Interpretation der gewonnenen Ergebnisse vielfach nicht mit der erforderlichen Vorsicht vorgegangen wird.

Die Vertreter der verschiedenen Fachgruppen verwenden zur Lösung der in die Korrelationstheorie einschlägigen Probleme mannigfache Methoden. Sie können fürs erste wohl in 2 Gruppen: in die nichtmathematischen Verfahren und die moderne „mathematische" Korrelationstheorie geschieden werden. Die ersteren, die zum Teil noch aus der Zeit vor Schaffung der Korrelationsmethoden stammen, werden in hartnäckiger Weise von einer großen Gruppe der Statistiker bevorzugt und verteidigt. Es hat sich ein bedauerlicher Gegensatz zwischen den Hauptgruppen der statistisch arbeitenden Forscher, den mathematisch orientierten Naturwissenschaftlern und den im wesentlichen nichtmathematisch eingestellten Vertretern der Sozialwissenschaften herausgebildet, und sogar bei den Vertretern einer und derselben Fachgruppe kommt es vor, daß der eine die Korrelationsforschung als Liebhaberei von Sonderlingen, als Mode, der andere als das einzig brauchbare Werkzeug zur Erforschung der wahren Zusammenhänge hinstellt.

Mit großer Befriedigung muß festgestellt werden, daß TSCHUPROW objektiv den älteren, nichtmathematischen Verfahren (Kapitel I) gerecht wird, an der Hand sehr anschaulicher Beispiele ihre Vorzüge und Unvollkommenheiten dartut und darauf hinweist, daß die tatsächlich nicht vorhandene Kluft zwischen beiden Lagern nur den beiderseitigen Übertreibungen zugeschrieben werden muß; erfreulicherweise kann beobachtet werden, daß sich die Meinungsverschiedenheiten auszugleichen beginnen. Andererseits gelingt es TSCHUPROW im zusammenfassenden Schlußkapitel „Die Aufgaben und Leistungen der Korrelationsmessung", die Vorteile der mathematischen Forschungsverfahren überzeugend darzustellen. Die präzise Formulierung des Urteils über die Strammheit (Intensität) des Zusammenhanges gegenüber einer bloß gefühlsmäßigen Schätzung, die Ableitung der Regressionslinien, die in den nichtmathematischen Forschungsweisen kaum angedeutet ist, die Abschätzung der Zuverlässigkeit der Schlüsse bei Anwendung der mathematischen Statistik, sind nur einige der nicht zu leugnenden Vorteile der Korrelationstheorie. Die Überlegenheit der mathematischen gegenüber den nichtmathematischen Methoden wird am deutlichsten bei Untersuchung mehrerer Reihen und bei Ausarbeitung eines detaillierten Bildes der Beziehungen. Diese unbestreitbaren Vorzüge lassen es unzweifelhaft erscheinen, daß sich die neuen mathematischen Forschungsverfahren in absehbarer Zeit *überall* Geltung, sogar die Alleinherrschaft, erringen werden.

Was das Werk T. aber gerade für die jüngere Generation so wertvoll macht, ist der Umstand, daß der Verf. zwar die Vorteile, welche die Benutzung eines so vortrefflichen Werkzeuges, wie es die Korrelationsmethode ist, gebührend würdigt, daß er aber auch in eindringlichster Weise vor fehlerhafter Anwendung der Methode, vor unrichtiger Interpretation der Ergebnisse, vor Überschätzung der Methode überhaupt warnt. Eine schablonenhafte Anwendung dieses statistischen Hilfsmittels ohne volle Beherrschung der Aufgabe führt nur zur Vergrößerung des „Zahlenfriedhofes".

Die Korrelationsmethode wird man heute nicht mehr entbehren können. Ein Zurückgreifen auf die nichtmathematischen Methoden wäre vielleicht vergleichbar einer Rückkehr zu Temperaturschätzungen an Stelle von Messungen oder ähnlichem. Was eine richtige Anwendung der Methoden der Korrelationsforschung zu leisten vermag, wird man z. B. an der von Fräulein M. WINOGRADOWA geleisteten Arbeit, deren Ergebnisse TSCHUPROW anführt, erkennen.

In überaus klarer Weise behandelt der Verf. im 2. Kapitel den Begriff der *Strammheit* statistisch zu erfassender Zusammenhänge, deren Messung zu einem der Hauptprobleme der Theorie gehört, und seine Beziehung zum Begriffe des unzerreißbaren Zusammenhanges. Das ganze 3. Kapitel ist der *„stochastischen" Verbundenheit* und dem funktionellen Zusammenhang zwischen variablen Größen gewidmet. Das Wort „stochastisch" gebraucht der Verf. synonymisch mit „wahrscheinlichkeitstheoretisch". Es folgt dann die Erörterung der Begriffe *zufällige Variable*, das ist einer Größe, welche mit bestimmten Wahrscheinlichkeiten verschiedene Werte annehmen kann, und des für die Korrelationstheorie grundlegenden Begriffes der stochastischen Verbundenheit, der vom Begriffe des funktionellen Zusammenhanges genau zu unterscheiden ist. Besteht zwischen X und Y eine *stochastische Verbundenheit*, so kann Y eine Anzahl verschiedener Werte mit bestimmten Wahrscheinlichkeiten annehmen, wenn X einen gewissen Wert erhält, und keiner unter diesen Werten hat mehr Anrecht als die anderen, für den Wert zu gelten, welcher dem betreffenden Werte von X entspricht. *Aufgabe der statistischen Korrelationsforschung* ist es nun, Verfahren zu entwickeln, mit denen die (echte) stochastische Verbundenheit zwischen den untersuchten Größen festgestellt und gemessen werden soll, ihr *Ziel* die Auffindung des *Abhängigkeitsgesetzes* bzw. aus Gründen der Ökonomie, die Ermittlung der das Abhängigkeitsgesetz kennzeichnenden, zusammenfassenden Maßzahlen.

Die „Achse" des Tschuprowschen Werkes bilden die Kapitel 4 bis 6, in welchen das apriorische Abhängigkeitsgesetz und das System der dasselbe kennzeichnenden Parameter und Maßzahlen, das empirische Material und seine zusammenfassenden Maßzahlen und die Schätzung der apriorischen Maßzahlen auf Grundlage des empirischen Materiales vom Verf. mit souveräner Beherrschung der nicht leichten Materie entwickelt werden. Im § 4 des 4. Kapitels interessieren, mit Rücksicht auf die derzeit sehr beliebte Berechnung des Korrelationskoeffizienten, besonders die Ausführungen über das *Korrelationsverhältnis* und den *Korrelationskoeffizienten*, die Beschränkungen bei Anwendung des Korrelationskoeffizienten, die Überlegenheit des Korrelationsverhältnisses als Maß der Intensität der Verbundenheit und die Bedeutung des Korrelationskoeffizienten auch im Falle nicht geradliniger Regression.

Die Darstellung des *mathematischen Teiles* ist durchweg elementar gehalten, ein ausführlicher Anhang erleichtert dem weniger Geübten, den mathematischen Ausführungen mit Nutzen zu folgen, eine umfangreiche Literaturübersicht mit wertvollen Anmerkungen berät schließlich über jene Werke, die als Ergänzung herangezogen werden können, wenn der praktische Gebrauch der statistischen Forschungsverfahren beabsichtigt ist.

LEO WENZEL POLLAK, Prag.

GOCKEL, ALBERT, **Das Gewitter.** 3. vielfach geänderte Aufl. Berlin-Bonn: Ferd. Dümmler 1925. VIII, 316 S., 3 Taf. und 36 Textabbildungen. 15 × 20 cm. Preis geh. 8, geb. 11 Reichsmark.

Die Meteorologie besitzt leider nicht allzuviel Werke, die von Fachgelehrten geschrieben sind und sich an einen größeren Leserkreis wenden. Um so mehr muß es begrüßt werden, daß das GOCKELsche Buch nun wieder in einer Neubearbeitung vorliegt, nachdem es schon seit mehr als 10 Jahren vergriffen war. Das Buch will die Aufmerksamkeit der Liebhaber der Meteorologie und besonders der luftelektrischen Forschung auf die äußeren Erscheinungen hinlenken, die durch den elektrischen Zustand der Atmosphäre bedingt sind. Unter diesem Gesichtspunkt nehmen die Kapitel über den Blitz im allgemeinen und den Kugelblitz im besonderen, über Elmsfeuer, Donner, Wirkungen des Blitzschlages einen verhältnismäßig breiten Raum ein. Sie enthalten eine große Zahl von Originalschilderungen der betreffenden Erscheinung, die vortrefflich auf ihre Mannigfaltigkeit aufmerksam machen und Hinweise für weiteres eingehendes Studium bieten. Auch der Fachmann wird gern nach dieser sorgfältigen Zusammenstellung greifen. Das Physikalische wird in den Abschnitten: Die atmosphärische und Niederschlagselektrizität, Entstehung der Gewitterelektrizität, Entstehung der Gewitterregen auf Grund der neuesten Anschauungen wiedergegeben. Die Ergebnisse der Gewitterstatistik sind unter den Stichworten: Ausbreitung und Form der Gewitter, Tägliche und jährliche Periode der Gewitter, Säkulare Periode und Zusammenhang der Gewitter mit der Periode der Sonnenflecken, Geographische Verteilung der Gewitter zu finden. Als Begleiterscheinung des Gewitters wird daneben der Hagel besonders behandelt. Die Versuche zur Abwendung der Hagelgefahr, die besonders im Wetterläuten und Hagelschießen ihren Ausdruck fanden, sind in dieser Auflage mit Recht auf knapperem Raum dargestellt worden, weil sie wohl endgültig der Geschichte angehören dürften. Dagegen werden die Ausführungen über Blitzableiter den Praktiker sehr interessieren. Das Kapitel über Gewitter und elektrische Wellen in der Atmosphäre, das auch von den Störungen in den Empfangsapparaten der drahtlosen Telegraphie spricht, wird wahrscheinlich mancher Leser gern etwas erweitert gesehen haben. Das gleiche gilt von den Ausführungen über Gewittervorhersage, worunter hauptsächlich jetzt nur die Gewitterempfindlichkeit des Menschen und der Tiere besprochen wird. Den Schluß des Buches bilden beachtenswerte Ratschläge über das Photographieren von Blitzen.

Die beigegebenen Abbildungen und graphischen Darstellungen sind gut ausgesucht. Nur einige von den Kunstdrucktafeln, wie z. B. die der Hagelkörner, sind wohl zu „künstlerisch" aufgefaßt und dürften beim Laien zu falschen Vorstellungen Veranlassung geben. Wäre es nicht auch besser gewesen, die STREITsche Hagelturmwolke in einem für einen großen Kreis bestimmten Buche überhaupt wegzulassen?

Trotz alledem wird das Buch sicher neue Freunde für aufmerksame Naturbeobachtung werben und ihnen ein guter Führer bei dem Studium der gewaltigen Vorgänge, die sich im Gewitter abspielen, sein.

K. KNOCH, Berlin.

Das Deutsche Museum. Geschichte, Aufgabe, Ziele. Im Auftrage des Vereins Deutscher Ingenieure unter Mitwirkung hervorragender Vertreter der Technik und Naturwissenschaften bearbeitet von CONRAD MATSCHOSS. Berlin: VDI-Verlag m. b. H., und München: R. Oldenbourg 1925. Preis 20 Reichsmark.

Einen neuen fruchtbaren Gedanken zu entwickeln

und zum Siege zu führen ist noch nichts Großes und ist unendlich oft vorgekommen. Unter dieses Charakteristikum fällt schon jede „Mode", die über die ganze Welt geht — Mode in weitestem Sinne genommen. Ein solcher Gedanke ist meist aus egoistischen Motiven geboren, ist ohne eigene Triebkraft und macht nach kürzerer oder längerer Zeit einem ähnlichen, anderen Platz. Aber ein neuer Gedanke, der eine zukünftige Entwicklungsphase als *gegenwärtig* vorausnimmt, dessen Durchführung dauernd den Einsatz der ganzen Person fordert und der nicht nur außerpersönlich ist, sondern im Dienst der Kulturentwicklung steht — ein solcher Gedanke bedeutet stets eine Epoche, und der Name des Urhebers geht in die Geschichte über. So wird es mit Oskar von Miller sein: die Begründung des Deutschen Museums bildet nicht den Abschluß, sondern den aussichtsreichen Beginn einer neuen Entwicklung. Was sie wirklich bedeutet, ermißt man, wenn man sich vergegenwärtigt, es hätte bisher kein Museum für die Meisterwerke der bildenden Kunst gegeben und zum ersten Male träte es jetzt ins Dasein. Merkwürdigerweise und glücklicherweise ist der Gedanke, ein Museum für die Meisterwerke der Technik zu schaffen, nicht zuerst in Amerika, sondern in Deutschland zur Tat geworden — merkwürdigerweise: denn die Kultur der Vereinigten Staaten ruht ganz und gar auf der Technik, und der Gedanke lag für sie sehr viel näher als für Deutschland — glücklicherweise: weil sonst ein gut Teil dessen, was sich jetzt in München befindet, seinen Weg über den Ozean genommen hätte.

Das vorliegende Buch unter der Redaktion und der Mitarbeit von Matschoss — eine Gabe des Vereins Deutscher Ingenieure zum Tage der Eröffnung — gibt in 35 Aufsätzen eine Übersicht über die Entwicklung, die Einrichtung und den Inhalt des Museums. Es ist der ideale Führer durch die Sammlungen. Die vielen überaus instruktiv ausgeführten Bilder verhelfen schon beim flüchtigen Einblick zu einer Vorstellung von ihrem überwältigenden Reichtume. Auf den Inhalt der einzelnen Aufsätze einzugehen, verbietet sich hier von selbst, aber da Willstätter über die Chemie berichtet, W. Wien über die Physik, von Dyck über Mathematik, Max Wolf über Astronomie, Zenneck über Elektrizität und Telegraphie, bedarf das Buch keiner weiteren Empfehlung.

Arn. Berliner, Berlin.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

High Frequency Rays of Cosmic Origin. (R. A. Millikan, Nature **116**, 823—825. 1925. Nr. 2927.) In vorläufigen Mitteilungen, veröffentlicht in den Phys. Rev. **22**, 198, 1923 sowie **23**, 778. 1924 kamen Millikan und Otis zu dem Schluß, daß die Quelle der durchdringenden Strahlung in der Erdatmosphäre zu suchen sei und daß keine harte Strahlung existiert, wie sie Referent auf Grund seiner Ballonaufstiege und seiner Absorptionsmessungen gefunden hat. Nunmehr ist es aber dem Verf. im Verein mit Cameron gelungen, die harte Strahlung des Referenten zu bestätigen, und er gibt über seine Untersuchungen einen zusammenhängenden Bericht.

Nach kurzer historischer, nicht immer zutreffender Einleitung werden zunächst die mit Bowen ausgeführten Registrieraufstiege auf dem Kelly Field in der Nähe von San Antonio in Texas besprochen, zu denen man 4 kleine Registrierinstrumente benutzte, die bis 15,6 km Höhe hinaufgetrieben wurden. Die Instrumente hatten stählerne Ionisationskammern, die bei 150 Pfund Druck oder rund 65 atm 300 ccm Luft enthielten, was bei einer Atmosphäre einem Volumen von etwa 5 ccm entspricht. Mit Registriervorrichtungen für Elektrometer, Thermo- und Barograph wogen sie nur 180 g. Die Apparate gaben qualitativ die bekannte und durch Ref. bereits 1913 und 1914 sichergestellte Ionisationszunahme mit der Höhe. Die Messungen jedoch führten zu Beträgen, die nur 25% der Werte ausmachten, die man aus den vom Ref. angegebenen Kurven extrapolieren kann, die durch direkte Messungen in Zinkgefäßen bei Freiballonhochfahrten bis 9300 m gewonnen worden waren.

In der nun im Orginal folgenden Stelle äußert sich Verf. über seine wissenschaftlichen Vorgänger „The German observers" folgendermaßen: „Two years later, they reduced their estimates, after further experiments, so that they were no longer in conflict with our experiments." Damit wird aber, wie aus dem oben Angeführten hervorgeht, der Sachverhalt direkt auf den Kopf gestellt. Nicht die deutschen Beobachter, sondern Millikan hat seine Ergebnisse geändert. Es kommen sodann in Gemeinschaft mit Otis ausgeführte Absorptionsmessungen zur Besprechung. Allem Anschein nach ist bei diesen Versuchen die Erdstrahlung noch mit im Spiele gewesen, wie aus der Arbeit von Otis (Phys. Rev. **22**, 199, 1923) hervorgeht. Denn anders ist nicht zu verstehen, wieso eine so beträchtliche Änderung der Absorption der durchdringenden Strahlung mit der Höhe auftreten soll, wie sie vom Verf. gemessen wurde. Ref. hat in der Berliner Ber. 366, 1923 zeigen können, daß selbst noch in 40 m Seehöhe der Absorptionskoeffizient der Höhenstrahlung für Wasser zu $2{,}10^{-3}\,cm^{-1}$ gefunden wird, und neuerdings haben Myssowsky und Tuwim (Zs. f. Phys. **35**, 299, 1925) dies bestätigt.

Bei den Beobachtungen am Pikes Peak mit Blei und Wasserschirmen zeigte sich zum größten Teil die bekannte γ-Strahlenabsorption, und es wurde noch besonders hervorgehoben, daß bei schwerem Schneesturm eine Ionisationsabnahme von 10% eintrat. Aus alledem schlossen die Verff., daß mindestens der überwiegende Teil der Strahlung lokalen Ursprungs sei, hervorgerufen durch radioaktive Substanzen, die in noch unbekannter Weise in diese oberen Regionen gelangten. Die Existenz der Höhenstrahlung wurde damals also noch ausdrücklich bestritten und nunmehr erst durch die Versuche vom folgenden Jahre (1925) anerkannt. Diese mit Cameron am Withney ausgeführten Absorptionsmessungen in dem 3800 m hoch gelegenen Muir Lake ergaben, daß die Ionisation bis zu einer Wassertiefe von rund 15 m abnahm. Zusammen mit der atmosphärischen Absorption würden also rund 23 m Wasser, entsprechend 2 m Blei, erst die Strahlung völlig absorbieren. Der Absorptionskoeffizient wird daraus zu $1{,}8—3{,}0 \cdot 10^{-3}\,cm^{-1}$ für Wasser erschlossen, in bester Übereinstimmung mit dem Ref., der aus seinen Absorptionsversuchen an Luft, Wasser, Eis $1{,}6—2{,}7 \cdot 10^{-3}\,cm^{-1}$ für Wasser bestimmt hatte. Es handelt sich also bei Millikan um keine neue, sondern um die vom Ref. als Höhenstrahlung bezeichnete und seit 1913 sicher nachgewiesene Strahlung.

Verf. macht darauf aufmerksam, daß die Strahlung nicht homogen ist, denn es zeigte sich ein deutlicher Härtungseffekt, wie aus dem Absorptionskoeffizienten hervorgeht; jedoch dürfte ein Übergang in der Härte

zu den γ-Strahlen nicht anzunehmen sein, weil sonst die Registrieraufstiege höhere Intensitäten hätten ergeben müssen. Den Strahlen wird, wie auch bereits in früheren Arbeiten des Ref., wegen ihrer außerordentlichen Härte kosmischen Ursprungs zugeschrieben. Aus der Unveränderlichkeit der Intensität bei Tag und Nacht wird gefolgert, daß die Strahlung aus allen Himmelsrichtungen gleich stark kommt, während Ref. aus seinen Beobachtungen am Jungfraujoch gefunden hatte, daß sie geringen Schwankungen im Zusammenhang mit bevorzugten Himmelsgegenden unterliegt.

In dem 500 km vom Muir Lake entfernten Arrowhead Lake in 1600 m Höhe, entsprechend einer zusätzlichen absorbierenden Wasserschicht von 2 m gegenüber dem ersten Standord, wurden die Versuche mit gleichem Ergebnis wiederholt.

An diese Absorptionsmessungen, also nur an diese allein experimentell gewonnenen Bestätigungen, werden dann Berechnungen und Spekulationen geknüpft, die sich im wesentlichen mit der Nernstschen Hypothese vom Ursprung der Höhenstrahlung decken. Bekanntlich hatte NERNST seit etwa 1912 an seine Ansichten über den Kosmos besonders unter Heranziehung der Ergebnisse der Radioaktivität entwickelt und seit 1921 mit aller nur wünschenswerten Klarheit darauf hingewiesen, daß die Höhenstrahlung als Anzeichen radioaktiver Vorgänge im Kosmos zu gelten habe, und daß insbesondere ihr Ursprung dort zu suchen sei, wo junge Materie entsteht oder in weiterer Entwicklung begriffen ist, eine Hypothese, die den Anlaß zu den Untersuchungen des Referenten nach dem Kriege gab. Verf. erwähnt aber mit keinem Wort die Priorität von NERNST. Im einzelnen argumentiert er etwa folgendermaßen: Da die härtesten Strahlen radioaktiver Substanzen durch Atomumwandlungen entstehen, muß man bei der noch viel härteren Höhenstrahlung Kernumwandlungen irgendwelcher Art, z. B. Entstehung von Helium aus Wasserstoff, annehmen, wobei dann eine etwa 50mal größere Energietransformation auftritt. Berechnet man aus der Absorption die Wellenlänge und Frequenz der Strahlung, so entspricht letztere der Frequenz, die beim Einfangen eines Elektrons durch einen positiven Kern entsteht. Zur Berechnung der Wellenlänge benutzt MILLIKAN, worauf er an anderer Stelle hinweist, die Formel von AHMAD-STONER, die sich allerdings auf viel längere Wellen bezieht und wohl kaum die Extrapolation für diesen kurzwelligen Bereich zuläßt. Die von ihm angeführten Wellenlängen von $4-6, 7 \cdot 10^{-4}$ Angström-Einheiten dürften daher zu klein sein.

Nach der BOTHEschen Formel berechnet Ref. $2-3 \cdot 10^{-3}$ Angström-Einheiten. Daß entsprechend dem Comptoneffekt die Höhenstrahlung eine weichere sekundäre Strahlung auslöst, wenn sie auf Materie trifft, ist wohl anzunehmen und aus den Versuchen des Ref., der diese Eigenschaft bereits 1924 ermittelt und zur Verstärkung der schwachen Effekte der Höhenstrahlung angewendet hat, ebenfalls bereits bekannt. (Berl. Ber. 7, 120, 1925).

MILLIKANS Ergebnisse, daß die Höhenstrahlung existiert, einen Absorptionskoeffizienten bis zu $1{,}8 \cdot 10^{-3}$ cm^{-1} für Wasser besitzt, inhomogen ist, Sekundärstrahlen, entsprechend dem Comptoneffekt, erregt und nahezu mit gleicher Intensität Tag und Nacht auftritt, stehen im besten Einklang mit schon Bekanntem und bilden eine schöne Bestätigung unserer Kenntnisse über die Höhenstrahlung.

WERNER KOLHÖRSTER.

The changes in the form of the crystalline lens in accommodation. (Read 11. VI. 25; E. F. FINCHAM, Trans. Opt. Soc. 1924/5. **26**, 241–65, 11 + darunter 2, 6, 7 a und b, 11 a und b auf einer Tafel; dazu die Erörterung über den Vortrag 265/9, +).

Die Untersuchungen und Messungen des Verf., dessen sich die Londoner Optikerschule (Department of Applied Optics, Northampton Polytechnic Institution: Leiter H. H. EMSLEY) als Lehrers rühmen darf, sind in einem ganz hohen Maße der Beachtung wert, und es ist anzunehmen, daß ein solcher Forscher auf die jungen Gewerbsleute nur den allergünstigsten Einfluß ausüben wird.

Der Akkommodationsmechanismus ist, wie der Verf. hervorhebt, lange Zeit seinem Sitze und seiner Beschaffenheit nach strittig gewesen. Der Hinweis wird erlaubt sein, daß CHR. SCHEINER, der sich 1619 zuerst mit der Untersuchung der Akkommodation beschäftigt hat, auch schon die Möglichkeit in Erwägung zog, sie durch eine Änderung der Linsenkrümmung zu erklären. Wegen der Einzelheiten wolle man in der Zeitschr. f. ophth. Opt. 7, 87. 1919, Anm. 2, nachsehen. Die jetzt wohl endgültig angenommene Erklärung geht auf H. HELMHOLTZ zurück; ihr hatte seinerzeit (1898, dann 1909) M. TSCHERNING eine andere entgegengestellt, doch hat sich auch dieser englische Bearbeiter der erstgenannten angeschlossen, die, wie den Fachmännern bekannt ist, in den letzten 2 Jahrzehnten namentlich von A. GULLSTRAND mit Eifer und Schärfe verfochten worden ist. Nach dieser Auffassung hat man sich — was hier genügen wird — vorzustellen, daß die elastische Krystallinse, ständig unter dem Zuge des Ciliarmuskels stehend, bei Akkommodationsruhe am meisten abgeflacht wird. Eine Zusammenziehung des Ciliarmuskels zum Zwecke des Nahsehens hebt diesen Zug zeitweilig auf und erlaubt der Augenlinse, eine bauchigere Gestalt anzunehmen. Infolge der mit zunehmendem Alter abnehmenden Elastizität der Augenlinse führt dieser Vorgang bei Bejahrten auf weniger tiefe Krümmungen der Linsenaußenflächen als bei Jugendlichen.

Während im allgemeinen die an der vorderen Linsenfläche entstehenden, zur Messung zu verwertenden Spiegelbilder heller Lichtquellen recht unscharf sind, gelang es dem Verf., bei einer daraufhin angestellten Untersuchung seiner Schüler 2 19jährige, schwach (+ 1 dptr) übersichtige Versuchspersonen, H. und M., zu finden, bei denen die Messung der PURKINJEschen Bildchen recht befriedigend ausfiel.

Es seien nunmehr die wichtigsten Ergebnisse des Verf. kurz zusammengestellt:

Aus dem ausgeglichenen Verlauf im Schaubild 4 entnommen sei zunächst

die Änderung der Scheitelkrümmung der vorderen Linsenfläche bei der Akkommodation:

Der Akkommodationsaufwand in dptr	Die Länge des Scheitelradius in mm im Falle H.	im Falle M.
1	11,6	12,0
2	10,55	11,05
3	9,6	10,1
4	8,85	9,24
5	8,32	8,4
6	7,9	7,6
7	7,5	6,75
8	7,2	6,1
9	6,9	5,5

Im zweiten Falle wird also namentlich bei höheren Akkommodationsanstrengungen die Krümmung sehr viel stärker geändert als im ersten.

Das Vorrücken des vorderen Linsenscheitels in Millimetern bei der Akkommodation:

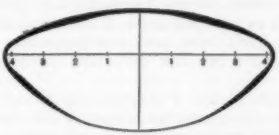
Der Akkommodationsunterschied in dptr	Fall H.	Fall M.	ein späterer Fall
3	0,13	0,11	
5	0,18	0,16	
8	0,34	0,27	0,66

Diese Zahlen stimmen sehr gut zu den Mittelwerten der von HELMHOLTZens Schülern vorgenommenen Messungen, nicht aber zu allen Ergebnissen der TSCHERNINGschen Schule.

Bei der Untersuchung der Form der vorderen Linsenfläche zeigte Fall H. eine gute Übereinstimmung mit einer Kugelfläche, während die Fläche bei Fall M. gegen den Rand hin merklich abgeflachter war, und bei der Anspannung der Akkommodation in den Randteilen die Form eines sehr stumpfen Kegels annahm.

Eingehendere Messungen gestatteten, je einen Achsenschnitt durch die Vorderkammer in $2^1/_2$facher Vergrößerung in beiden Fällen (s. Fig. 8) wiederzugeben und die Unterschiede dabei deutlich hervorzuheben.

Die Linsendicke nahm bei einem Akkommodationsaufwande von 8 dptr im Falle H. um 0,58 mm, im Falle M. um 0,36 mm zu, während HELMHOLTZ 0,4 mm



Ein Achsenschnitt durch die Krystallinse des Menschenauges mit Hervorhebung der Dickenschwankungen in der Linsenkapsel (in etwa 5facher Vergrößerung der Breite; aber etwa 50facher Vergrößerung der Kapselstärken. Die Vorderfläche ist nach oben gekehrt).

festgestellt hatte. Berücksichtigt man die oben auch für diese Akkommodationsanstrengung angegebenen Zahlen zum Vorrücken des vorderen Linsenscheitels, so erhält man eine Rückwärtsschiebung des hinteren Linsenscheitels von 0,24 mm bei H. und von 0,09 mm bei M.

Der Krümmungshalbmesser am Scheitel der hinteren Linsenfläche nahm, wieder bei dem großen Akkommodationsunterschiede von 8 dptr im Falle H. um 0,13 mm, im Falle M. um 0,87 mm ab, also jedenfalls ungemein viel weniger als bei der Vorderfläche.

In Übereinstimmung mit einer alten, aus dem Jahre 1849 stammenden, Beobachtung W. BOWMANS wird hervorgehoben, daß die Linsenkapsel unter einem von innen nach außen gerichteten, von der Linsenmasse auf sie ausgeübten Druck steht.

Beim Menschen erweist sich — was zuerst M. SALZMANN in Graz hervorgehoben hat, dessen Zahlen auch mitgeteilt werden — die Linsenkapsel von sehr verschiedener Stärke, und zwar wird die obenstehende Figur die Verteilung der Dicke gut erkennen lassen. Einer vorderen Scheiteldicke von 9—14 μ steht nach SALZMANN eine Höchstdicke der Vorderfläche zwischen 14 und 23 μ gegenüber, während bei der Hinterfläche am Scheitel nur etwa 2,3—4 μ beobachtet wurden, aber die Höchstdicke mit 17—26 μ so ziemlich den gleichen Betrag feststellen ließ.

Mit Recht wird zum Schlusse bei der Erklärung der Formänderung der Linsenflächen während des Akkommodationsvorganges auf die Dicke und Elastizität der Linsenkapsel großes Gewicht gelegt und als Beleg dafür die beiden Schnitte A. v. PFLUGKS durch das Affenauge im natürlichen Zustande und unter der Einwirkung von Eserin wiedergegeben. Zu einem weiteren sehr anschaulichen Beweise dient ein von dem Verf. angegebener Versuch mit einem luftgefüllten Gummisack, der nicht nur die Form, sondern auch die Wandstärke der Linsenkapsel ungefähr wiederholt und für 2 verschiedene Spannungszüge in Fig. 11a und b auf der Tafel dargestellt ist.

Auf Grund seiner Untersuchungen vermutet der Verf. im Falle H. eine größere Gleichmäßigkeit der Dicke an der Vorderfläche und nimmt an, daß hier eine beträchtlichere Erschlaffung des Ciliarmuskels für einen vorgeschriebenen Akkommodationserfolg notwendig sei. In der Tat hat von den beiden 19jährigen Versuchspersonen M. mit 13,5 dptr eine merklich größere (binokulare) Akkommodationsbreite als H. mit 11,0 dptr.

Aus der Erörterung des Vortrages kann vielleicht hier auf den aus dem Jahre 1898 stammenden einfachen Versuch von PRIESTLEY SMITH mit einem Stahlstreifen hingewiesen werden, der zur Entscheidung gegen eine Annahme M. TSCHERNINGS über die Linsenform angegeben worden war. Wie der Verf. hervorhebt, kann man, ohne die Verdienstlichkeit des alten einfachen Versuches grundsätzlich zu bestreiten, aus seiner neu erdachten Anlage doch wesentlich mehr erkennen.

MORITZ VON ROHR.

Das Okapi und seine Jäger. Im November 1909 trat ich zum 4. Male die Reise nach dem Gebiete der großen zentralafrikanischen Seen an, wo ich mich bereits seit dem Jahre 1904 als zoologischer Sammler betätigt hatte. Gemäß einer Vereinbarung mit dem seinerzeitigen Oberstkämmereramte in Wien sollte ich meine diesmalige Forschungsreise im Interesse des dortigen naturhistorischen Hofmuseums unternehmen, dessen sehnlichster Wunsch es war, in den Besitz zweier äußerst seltener Säugetiere, des Berggorilla und des Okapi, zu gelangen. Auf Grund meiner früheren Erfahrungen war mir durch diesen Wunsch meine Route vorgezeichnet: Ich zog zuerst zum Nordwestufer des Tanganikasees, hinter dessen Randbergen ich schon im Jahre 1908 12 Exemplare des bis dahin in Europa nur durch einen Schädel und wenige Skeletteile bekannten Berggorillas erbeutet hatte. Nachdem es mir auch diesmal gelungen war, drei dieser seltenen Menschenaffen zu sichern, wandte ich mich nordwärts, um so schnell als möglich den östlichen Teil des Kongo-Urwaldes zu erreichen, in dessen ewigen Schatten das seltene, fast noch sagenhafte Okapi lebt.

Man kann aus der Tatsache, daß dieses Tier von der Größe einer Hirschkuh erst im Jahre 1902 entdeckt wurde, wohl mit Sicherheit folgern, daß der Kongo-Urwald, der mehr als dreimal so groß ist als Deutschland, auch heute noch viele Geheimnisse bergen dürfte. Im Jahre 1902 nämlich kam der damalige Gouverneur von Uganda, Sir HARRY JOHNSTON, in den kongolesischen Posten Beni, wo er bei einem Eingeborenen ein Stück eines Felles sah, das dem langjährigen Kolonialbeamten, der sich stets für zoologische Probleme interessiert hatte, durch seine ganz außergewöhnliche Färbung und Zeichnung auffiel. Dieser Fellstreifen wurde dem British-Museum in London eingesandt, dessen Fachleute, um sich das Recht der Erstbenennung zu sichern, ihm den Namen Equus Johnstonii (Johnstons Pferd) gaben, da die Art der Zeichnung zu der Annahme verleitete, es handle sich um ein dem Zebra

ähnliches Tier. Wenige Monate später erhielt Sir Harry Johnston durch den im Dienste des Kongo-Freistaates stehenden schwedischen Leutnant Erikson ein ganzes Fell, das gleichfalls den Weg nach London nahm, wo die Herren zu ihrer großen Überraschung die Entdeckung machten, daß es sich um einen Zweihufer und nicht um einen Einhufer handle. Nach dem bei den Eingeborenen gebräuchlichen Namen „Kwapi" und seinem Entdecker erhielt es nun endgültig die wissenschaftliche Bezeichnung „Okapia Johnstonii".

Das Okapi erreicht eine Länge von $2^1/_4$ m und eine Höhe von fast 2 m. Die Gesamtfarbe ist dunkelrotbraun, der Bauch fast schwarz, die Läufe sind zebraartig rein weiß gestreift. Wegen seines langen Halses, des höhergestellten Vorderleibes und seiner Greifzunge ist die Giraffe sein nächster Verwandter im System der Säugetiere.

Alles, was wir über das Okapi wissen, verdanken wir den Eingeborenen, denn einem Europäer ist es bisher noch nie gelungen, auch nur die mindesten Beobachtungen über dieses Tier zu machen. Das Okapi lebt, abgesehen von der Paarungszeit, immer allein im allerdichtesten Urwald, nähert sich nie den Pflanzungen der Eingeborenen, schläft bei Tag, meistens unter dem Blätterdach eines vom Sturm gefällten Urwaldriesen, und sucht nur während der Nacht in den Urwald eingestreute Lichtungen auf, welche den Wiederkäuern Wasser und Gras bieten. Geruchsinn, Gehör und Auge scheinen außergewöhnlich scharf entwickelt zu sein, so daß es, jedenfalls bis zum Jahre 1911, noch keinem Europäer, selbst nach monatelangem Bemühen, gelungen ist, dieses seltene Tier zu erlegen. Die undurchdringliche Dichtheit des Waldes, das nicht zu vermeidende Geräusch der unbedingt gebotenen schweren Beschuhung und das Anstreifen der Kleidung an den Büschen machen es dem Weißen ganz unmöglich, sich dem Tiere auf Schußweite zu nähern. Außerdem ist durch die Beschaffenheit des Waldes der Ausblick auf eine sehr geringe Distanz beschränkt, so daß das Tier schon längst von seiner Lagerstätte aufgescheucht ist, bevor es der Jäger noch zu Gesicht bekommen hat.

Nur Menschen, die im Urwald geboren, ihr ganzes Leben im Urwald zugebracht haben und in ihren Instinkten und Lebensgewohnheiten dem Tier noch sehr nahestehen, sind imstande diesen so überaus scheuen Urwaldbewohner zu überlisten.

Daher sind die erfolgreichsten Okapijäger die Wambutti, die Ureinwohner dieses Landes.

Die Wambutti sind eines der im Innern Afrikas lebenden Zwergvölker; sie erreichen eine Durchschnittsgröße von 132 cm, sind entweder ganz nackt oder tragen nur einen kleinen Lendenschurz aus Rindenstoff und sind von geradezu abschreckender Häßlichkeit. Der Körper ist gedrungen und sehr muskulös, der Blick der auffallend großen und stark hervortretenden Augen lebhaft und intelligent, die Nase riesig breit, das Haar kurz und gekräuselt, der ganze Gesichtsausdruck sehr gutmütig. Was aber diese Leute von allen benachbarten Stämmen am meisten unterscheidet, ist die weitaus hellere, fast gelbe Färbung der Haut, die bei einem innerafrikanischen Neger geradezu verblüffend wirkt. Diese Zwerge nähren sich hauptsächlich von der Jagd und leben in Horden von 30 bis 50 Familien im Urwald, wo sie sich niedere Rundhütten in ganz primitiver Art aus Reisig und Laub bauen, die sie aber wieder verlassen, wenn die Gegend ihnen nicht mehr genug Wild bietet. Doch muß es nicht immer Wild in unserem Sinne sein, sie nehmen als willkommene Beute alles, was überhaupt nur den Namen Fleisch verdient, so z. B. Puffottern, Schuppentiere, selbst stark verweste Tierleichen werden nicht verschmäht. Zur wirklichen Jagd bedienen sie sich verschiedener Mittel: entweder wird das Wild durch eine Art Treibjagd in sehr große, aus Pflanzenfasern geflochtene Netze getrieben, oder sie fangen es — besonders den Büffel und Elephanten — in tiefen Gruben, die sie durch darübergelegtes Buschwerk und Laub dem übrigen Waldboden vollkommen gleichmachen, oder sie erlegen die Tiere durch vergiftete Pfeile oder den Speer. Mit einer dieser beiden zuletzt angeführten Waffen wird auch stets das Okapi erlegt. Der Wambutti trachtet vor allem auf einer der oben erwähnten Lichtungen am Morgen eine frische Fährte zu finden, welcher er nun oft tagelang, durch Dick und Dünn, durch dichtesten Urwald und wegsperrendes Lianengestrüpp folgt. Er ist imstande in dieser Wirrnis die Spur an fast unmerklichen Zeichen festzuhalten, die das Auge des Weißen nie bemerken würde. Verliert er wirklich einmal die Spur, etwa infolge steinigen Bodens oder eines kleinen Wasserlaufes, so legt er sich flach auf die Erde, wobei es ihm meistenteils durch seine Witterung gelingt, dieselbe wieder zu finden. So kann er dann endlich das jeden Sonnenstrahl meidende Okapi in seinem tiefen Verstecke im Schlafe überraschen, um es auf ganz kurze Entfernung durch einen vergifteten Pfeil oder aus unmittelbarer Nähe mit dem Speer, der nie aus der Hand gelassen wird, zu töten.

Aber auch diesen findigsten Jägern des Urwaldes wird es oft schwer, dieses schöne Wild, das sicher in nicht allzuferner Zeit gänzlich ausgestorben sein wird, zu erbeuten, und es dauert oft monatelang, bis der Europäer in den Besitz dieser seltenen Beute gelangt. Trotz hoher Belohnungen in Gestalt von bunter Leinwand, Salz, Angelhaken, Mundharmonikas und ähnlicher Sachen, die ich ausgesetzt hatte, mußte ich mich 5 Wochen in Geduld fassen, bis ich die frohe Botschaft von der Erlegung eines Okapis erhielt. Im Laufe der 9 Monate, die ich dann ununterbrochen im Urwalde zubrachte, konnte ich später noch 2 Okapis sichern, wodurch meine sowie auch des Hofmuseums kühnste Hoffnungen übertroffen wurden. Bisher war noch kein Europäer so glücklich, die Heimreise aus dem Kongo-Urwalde mit drei gut präparierten Fellen und drei vollständigen Skeletten dieses schönen Tieres antreten zu können.

Rudolf Grauer.

Metallisches Hafnium, Zirkonium, Thorium und Titan lassen sich nach Versuchen von A. E. van Arkel und J. H. de Boer (Zeitschr. f. anorg. allg. Chem. **148**, 345. 1925) darstellen, indem man einen sehr dünnen Wolframdraht in einer Atmosphäre der *Jodide* dieser Metalle hinreichend erhitzt. In einen Kolben aus Pyrexglas werden 2 Zuleitungen eingeschmolzen, zwischen denen man den Wolframdraht ausspannt; man bringt sodann in den Kolben eines der Jodide und erhitzt ihn (bei Zirkonium) auf 650°; gleichzeitig wird der Wolframdraht auf etwa 2000° gehalten; es scheidet sich dann das Metall in kompaktem, ganz reinem Zustande auf dem glühenden Draht ab und man erhält in wenigen Stunden Stäbchen von mehreren Millimetern Dicke. Das auf diese Weise erhaltene Zirkonium ist weich und biegsam und läßt sich ohne Schwierigkeiten walzen oder zu Draht ziehen. Thorium und Titan nach diesem Verfahren hergestellt, sind gleichfalls völlig duktil. Das Hafnium zeigt einen höheren Schmelzpunkt,

größere Dichte und höhere Elektronenemission als Zirkonium. Recht auffallend ist es, daß man bei der gleichen Arbeitsweise unter Verwendung von Metallchloriden überhaupt keine Metallabscheidung erhält. Wenn man aber einen Wolframdraht in Zirkoniumchloriddampf in Gegenwart von Wasserstoff und Kohlenoxyd glüht, so scheidet sich kompaktes Zirkoniumcarbid ab; benutzt man dagegen ein Wasserstoff-Stickstoffgemisch, so erhält man Zirkoniumnitrid.

Aus den Röntgeninterferenzen von verschiedenen Kohlenstofformen war von DEBYE und SCHERRER der Schluß gezogen worden, daß sog. **amorpher Kohlenstoff** keine selbständige Form wäre, sondern Graphit in höchst feiner Verteilung; dieser Ansicht hatte sich aus anderen Gründen auch KOHLSCHÜTTER angeschlossen. O. RUFF, G. SCHMIDT und W. OLBRICH (Zeitschr. f. anorg. allg. Chem. **148**, 313. 1925) vertreten dagegen die Auffassung, daß amorpher Kohlenstoff als besondere Formart zu betrachten sei, und zwar hauptsächlich deswegen, weil nur er *aktiv* und *aktivierbar* ist, während diese Eigenschaft dem Graphit völlig abgeht. Mit dem Begriff „aktiv" bezeichnen die Verff. — in Übereinstimmung mit der gewöhnlichen Ausdrucksweise — die mehr oder weniger stark entwickelte Fähigkeit des amorphen Kohlenstoffs zu Adsorptionsreaktionen und seine Wirksamkeit als Katalysator. Amorpher Kohlenstoff läßt, wie eine große Zahl von Abbildungen zeigt, keine Röntgeninterferenzen erkennen, wenn er aber in geeigneter Weise (besonders mit gewissen Katalysatoren) hinreichend lange und hoch erhitzt wird, so treten diese nach und nach in Erscheinung; sie stimmen dann mit den Röntgeninterferenzen des Graphits überein. Dieser ist mit amorphem Kohlenstoff durch „parakrystalline" Zwischenstufen verbunden; bei denen die Atome zwar symmetrisch geordnet, aber die Teilchengröße oder Schichtdicke so gering ist, daß sie zur Entwicklung erkennbarer Röntgeninterferenzen nicht ausreicht.

Über das **Verhalten von Kohlehydraten zu flüssigem Ammoniak** berichten L. SCHMID und B. BECKER (Ber. d. dtsch. chem. Ges. **58**, 1966 und 1968. 1925); in trockenem flüssigen Ammoniak lösen sich Inulin, Lichenin und Stärke auf; durch Bestimmung des Erstarrungspunktes der Inulinlösungen konnte das Molekelgewicht des Inulins der Formel $C_{18}H_{30}O_{10}$ entsprechend gefunden werden. Allerdings ist hierbei zu bemerken, daß die Gefrierpunktskonstante empirisch mit Acetanilid sich zu 13,18 ergab, während sie sich aus der Schmelzwärme des Ammoniaks zu 7,25 berechnet, so daß eine Unsicherheit besteht. Wenn zu den Lösungen der genannten Kohlehydrate in Ammoniak Kalium oder Natrium hinzugefügt wird (1 Atom auf 1 Mol. Kohlehydrat), so löst sich das Metall zuerst wie gewöhnlich mit blauer Farbe auf; diese verschwindet aber bald wieder, und es fällt ein weißer Niederschlag der Alkaliverbindung des betreffenden Kohlehydrates aus von der Zusammensetzung $C_6H_9O_5Na$ oder $C_6H_9O_5K$ Auch Mannit und Methylglykosid lieferten ähnliche Verbindungen. Wird mehr Alkalimetall angewandt als angegeben, so führt die Reaktion nicht zu einem einfach zusammengesetzten Produkt. Calcium konnte in analoger Weise nicht in Reaktion gebracht werden. Bemerkenswert ist noch die Beobachtung, daß auch Seide sich in schwach feuchtem Ammoniak löst.

Die Ursache der **Färbung von Rotzinkerz** (Zinkoxyd mit einem Mangan- und Eisengehalt) war bisher nicht völlig aufgeklärt. Nach analytischen und synthetischen Versuchen von E. DITTLER (Zeitschr. f. anorg. allg. Chem. **148**, 332. 1925) wird die Farbe dadurch bedingt, daß das Mangan in Form eines höheren Oxydes, wahrscheinlich Mn_3O_4, vorhanden ist. In eisenarmen Sorten des Minerales konnte die Oxydationsstufe des Mangans nach dem üblichen jodometrischen Verfahren unmittelbar bestimmt werden; durch Reduktion verschwindet sie. Da das Rotzinkerz ein geschätzter Detektorkrystall ist, so wäre es von Wert gewesen, die synthetischen Produkte auch nach dieser Richtung zu prüfen.

KPL.

Ein fünfzigjähriges Arbeitsjubiläum im Mikroskopbau bei Carl Zeiss, Jena.

Ferdinand Hebestreit.

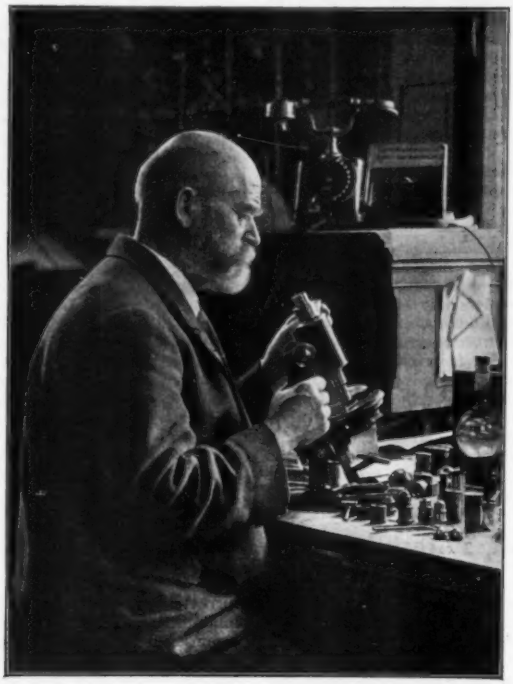
Man würde das große deutschsoziale Vermächtnis ERNST ABBES geradezu ignorieren, wenn man nicht der großen Verdienste eines Mannes gedächte, den ERNST ABBE selbst ausgebildet hat und der 50 Jahre lang treu und gewissenhaft im Bau des wichtigsten Teiles der Mikroskope tätig gewesen ist und an der technischen Verbesserung und Verbilligung der Mikroskopobjektive einen hervorragenden Anteil hat.

FERDINAND HEBESTREIT, am 20. März 1862 zu Wenigenjena bei Jena als Sohn eines Landwirtes geboren, kam am 20. April 1876 zu Carl Zeiss in die Lehre. Dieser hatte damals ein Optikergeschäft am Johannisplatze in Jena und im Hinterhaus eine primitive Werkstätte. Im ganzen waren zu dieser Zeit etwa 20 Leute dort beschäftigt. Von diesen waren 4 Gehilfen lediglich im Mikroskopbau tätig. Zu diesen 4 Leuten kam FERDINAND HEBESTREIT als Lehrling, zunächst in die Mikroskoplinsenschleiferei. Schon nach 8 Tagen erkannte man, daß der junge FERDINAND HEBESTREIT sich sehr gut zum Linsenfasser und Fertigbauer eignen würde, eine Arbeit, die ein feinmechanisches Geschick von ungewöhnlich hoher Ausbildung erfordert. Es muß aber als große Seltenheit betrachtet werden, daß ein Mensch diese schwierigen, feinen und nervenzerrüttenden Geduldsarbeiten ein halbes Jahrhundert hindurch ausgeführt und geleitet hat. Das war nur einem echten deutschen Bauernjungen möglich, der oft in seiner freien Zeit mit dem Vater aufs Feld und auf die Wiese ging und der seinen ererbten Grundbesitz gewissermaßen zur Kräftigung seines Körpers und seiner Nerven noch heute selbst bewirtschaftet.

Gleich im ersten Jahre, im Sommer 1876 war es, konnte FERDINAND HEBESTREIT ein großes Fest mit erleben. Das 3000. Mikroskop wurde in der optischen Werkstätte fertiggestellt und aus Anlaß dieses Ereignisses wurde in dem durch GOETHE berühmten und schön gelegenen Dornburg gefeiert.

Im Jahre 1877 ging das Geschäft nicht gut. ERNST ABBE, der schon 10 Jahre angestrengt für die Werkstätte tätig gewesen war und jeden Tag zur Prüfung von Objektiven erschien, machte eine sehr sorgenvolle Miene. Das ist um so mehr verständlich, als er seit einem Jahre Teilhaber am Geschäft war und wie F. AUERBACH ganz richtig bemerkt, nicht nur aus dankbarer Anerkennung seiner großen Verdienste, sondern auch deshalb, weil Carl Zeiss sich nicht getraute, das Risiko für die großzügigen Pläne ABBES ganz selbst zu übernehmen. Die Zahl der von ERNST ABBE neu er-

rechneten Mikroskopobjektive wuchs ständig, und schon damals bestanden in wenig veränderter Form die achromatischen Trockensysteme, die heute noch der Katalog von Carl Zeiss aufführt. Daneben aber bestanden auch schon 6 Immersionsobjektive von 3 mm bis 0,75 mm Brennweite. Auch Carl Zeiss, der sonst ein recht freundlicher, leutseliger und guter Mann war, nahm in jener sorgenvollen Zeit zuweilen ein cholerisches Temperament an. So berichtet FERDINAND HEBESTREIT, daß eines Tages dem „Alten Herrn", wie Carl Zeiss nach studentischer Sitte von seinen Leuten genannt wurde, ein Mikroskop als Gesellenstück abgeliefert wurde, über dessen schlechte mechanische Ausführung er so in Wut geriet, daß er das Stück mit einem schweren Hammer sofort selbst zerschlug. Der Mechaniker hatte die Befestigungsschrauben des Fußes zu stark abgedreht und diese provisorisch mit Wachskitt befestigt. Als aber das Ladenmädchen vor Carl Zeiss das Mikroskop auspackte, fiel der Fuß herunter.



Im Jahre 1878 wurde es ganz anders, nachdem ERNST ABBE seine neuen Immersionen von $^1/_8$ und $^1/_{12}$ Zoll Brennweite mit den Riesenaperturen 1,25 und 1,30 in London unter großem Beifall vorgeführt hatte. Von da ab trat ein Wachsen, Blühen und Gedeihen der Werkstätte ein, wie es sich selbst ERNST ABBE nie hatte träumen lassen.

In den Räumen am Johannisplatze wurde es bald zu eng, und so erfolgte im Jahre 1880 der Umzug nach dem Leutragäßchen, der jetzigen Carl Zeiss-Straße, von wo aus das Werk sich rasch zu einem mächtigen Gebäudeblock ausgedehnt hat.

FERDINAND HEBESTREIT war ein sehr strebsamer junger Mann und ERNST ABBE, der seine Fähigkeiten erkannt hatte, ließ ihn bei Dr. P. RUDOLPH, dem bekannten Erfinder der weltberühmten Zeiss-Tessare, so weit vorbilden, daß er vor der Prüfungskommission in Weimar ein Examen bestand, das ihn zum einjährig-freiwilligen Militärdienste berechtigte. Nach seiner Militärdienstzeit kehrte FERDINAND HEBESTREIT im Herbst 1883 wieder zu Carl Zeiss zurück. Auch damals prüfte der Altmeister ERNST ABBE noch sämtliche Mikroskopobjektive selbst. Gewiß war es für ihn eine große Freude, als der junge HEBESTREIT sich wieder zur Stelle meldete, denn einen geschickteren und intelligenteren Feinmechaniker konnte er für die Herstellung von Mikroskopobjektiven nicht so leicht finden. Besonders die ersten schwierigen Versuchsobjektive hat FERDINAND HEBESTREIT selbst ausgeführt und selbst später als Werkmeister war es für ihn äußerst reizvoll, sich an recht kniffliche Arbeiten heranzuwagen.

Nach längerer Heimarbeit, während der FERDINAND HEBESTREIT selbständig aus gelieferter Optik und gelieferten roh bearbeiteten Drehteilen Mikroskopobjektive zu Hause fertigbaute, kehrte er 1891 als zweiter Meister in die Mikroskopabteilung zurück.

Im Jahre 1912 wurde er nach dem Tode des ersten Meisters, der ebenfalls sein goldenes Arbeitsjubiläum bei Carl Zeiss feiern konnte, erster Werkmeister der Mikroskop-Abteilung. Seine Tätigkeit als Meister bestand in der Hauptsache im Prüfen der in seiner Werkstatt fertiggebauten Mikroskopobjektive und in dem ständigen Bemühen, die Fabrikation der Objektive zu vereinfachen und zu verbessern. Der Übergang von der älteren Gewindefassung zur neueren Füllfassung ist ganz das Verdienst FERDINAND HEBESTREITS. Eine weitgehende Arbeitsteilung war dadurch erst im Fertigbau der Mikroskopobjektive möglich geworden, die sich natürlich auf den Preis auswirkte.

Es würde zu weit führen, wollte ich hier alle Einzelheiten aufführen, an denen der Jubilar Anteil hat. Wichtiger ist doch die Tatsache, daß FERDINAND HEBESTREIT dafür gesorgt hat, daß die Zeissschen Mikroskopobjektive ihren glänzenden Weltruf bewahrt haben, der von ERNST ABBE begründet worden ist. Das ist bei dem heutigen schweren Konkurrenzkampf eine ganz gewaltige Leistung.

Mit seinem goldenen Jubiläumstage am 20. April 1926 wird FERDINAND HEBESTREIT das Zeisswerk verlassen. Er kann es tun in dem stolzen Bewußtsein, hier im ABBEschen und im treudeutschen Geiste gewissenhafter Pflichterfüllung gewirkt zu haben. Im neuen Rittersaale am Fuchsturm, dem Riesentubus von Jena auf dem Hausberge, wird man das Jubiläum des ehrwürdigen Meisters feiern. Es ist dies sein Lieblingsaufenthalt, den er meist an Sonnabenden aufzusuchen pflegt. Von dort kann er auch auf seine Felder und Wiesen im Gembdentale hinabschauen, die er von nun an wieder ganz selbst pflegen und bebauen wird. Unser Bild zeigt den Meister im letzten Jahre seiner Tätigkeit vor seinem Arbeitstische am Prüfmikroskop — ein schlichter, einfacher Mann, gerad und offen im Denken und Handeln.

A. SONNEFELD.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.